



**SARA PATRÍCIA  
CABRAL VIVEIRO  
RAMALHO PINTO**

**OEE COMO INDICADOR DE DESEMPENHO PARA A  
GESTÃO DE MELHORIA CONTÍNUA**



**SARA PATRÍCIA  
CABRAL VIVEIRO  
RAMALHO PINTO**

**OEE COMO INDICADOR DE DESEMPENHO PARA A  
GESTÃO DE MELHORIA CONTÍNUA**

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial, realizada sob a orientação científica do Doutor Luís Miguel Domingues Fernandes Ferreira, Professor auxiliar do Departamento de Economia, Gestão e Engenharia Industrial da Universidade de Aveiro

Dedico este trabalho à minha família pelo incansável apoio em todo o meu percurso académico.

## **o júri**

presidente

Prof.<sup>a</sup> Doutora Ana Raquel Reis Couto Xambre  
Professora auxiliar da Universidade de Aveiro

Doutor Cristovão Silva  
Professor auxiliar da Universidade de Coimbra

Professor Doutor Luís Miguel Domingues Fernandes Ferreira  
Professor auxiliar da Universidade de Aveiro

## **agradecimentos**

Aos meus pais, José Luis e Maria, por tornarem possível a minha formação académica e por me formarem como pessoa todos os dias.

À minha irmã Marta que sempre foi uma grande inspiração para mim.

Ao meu Professor Orientador Luís Miguel Ferreira por me aconselhar, da melhor maneira durante todo o estágio e elaboração deste relatório.

À Engenheira Andreia Santos por todo o conhecimento transmitido durante o estágio na Teka, Portugal S.A.

A todos os meus amigos que enriqueceram o meu percurso académico

**palavras-chave**

Lean Production, eficiência, OEE, metodologia, melhoria contínua

**resumo**

Este trabalho resulta do estágio curricular em que se aplicou um indicador de eficiência operacional, Overall Equipment Effectiveness (OEE) na fabricação de componentes da fábrica da Teka Portugal, SA.

O presente trabalho avalia o uso do indicador OEE, as condições de implementação e as metodologias usadas para cálculo, análise, determinação de problemas e a sua resolução. Comparando as metodologias implementadas e as ferramentas de auxílio usadas a par do cálculo OEE foi possível analisar e verificar vantagens e desvantagens do uso deste indicador no desenvolvimento da melhoria contínua no âmbito da abordagem Lean desenvolvida na organização.

O uso do indicador permitiu desenvolver a sensibilização dos colaboradores ao trabalho e, a par disto, permitiu identificar problemas escondidos na produção e com forte impacto sobre a produtividade das diferentes secções industriais da fabricação de componentes.

**keywords**

Lean Production, efficiency, OEE, methodology, continuous improvement

**abstract**

This paper results of a traineeship that applied an operational efficiency indicator, Overall Equipment Effectiveness (OEE), in a component manufacturing plant (Teka Portugal, SA).

This study evaluates the use of OEE indicator, the implementation conditions and the methodologies used to calculate, to analyse, to determine problems and resolve them. Comparing the implemented methodologies and aid tools used alongside the OEE calculation, it was possible to consider and determine advantages and disadvantages of using this indicator in the development of continuous improvement within the Lean approach of the organization. The use of the OEE allowed an increasing awareness of the employees concerning work and, parallel to it, permitted do identify hidden problems on the production, which had a strong impact on the productivity of the different industrial sections of manufacturing components.

# Índice

<b>Índice.....</b>	<b>i</b>
<b>Índice de Figuras.....</b>	<b>ii</b>
<b>Índice de Tabelas .....</b>	<b>iii</b>
<b>Índice de Gráficos .....</b>	<b>iv</b>
<b>1 Introdução.....</b>	<b>1</b>
<b>2 Revisão da literatura .....</b>	<b>3</b>
2.1 OEE e Metodologia Lean.....	3
2.2 Indicador OEE como indicador de desempenho de equipamentos.....	4
2.3 Perdas relacionadas com os Equipamentos .....	5
2.4 Cálculo do indicador OEE.....	6
2.5 OEE e métodos de definição e eliminação de problemas .....	8
2.6 Indicadores derivados do OEE .....	11
2.7 Vantagens e limitações do uso do indicador OEE .....	13
<b>3 Caso de Estudo .....</b>	<b>14</b>
3.1 Indústria Metalomecânica.....	14
3.2 Grupo TEKA.....	14
3.3 TEKA PORTUGAL,SA.....	14
3.5 Estrutura fabril .....	15
3.6 Fabricação de Componentes.....	16
3.7 Caso 1: Implementação do indicador OEE nos setores de Fabricação de Componentes.....	17
3.7.1 Método de registo OEE.....	17
3.7.2 Método de cálculo OEE .....	18
3.7.3 Método de análise OEE .....	20
3.7.4 Aplicação da metodologia OEE nos setores .....	21
3.7.4.1 Conformação e estampagem .....	21
3.7.4.2 Soldadura .....	29
3.7.4.3 Serigrafia .....	37
3.7.4.4 Colagem .....	42
3.8 Caso 2: Mudança de metodologia OEE na fábrica .....	47
3.8.1 Organização de processos .....	47



3.8.2 Registos OEE .....	48
3.8.3 Análise OEE .....	51
3.9 Comparação entre as metodologias implementadas .....	63
<b>4 Conclusão.....</b>	<b>68</b>
<b>5 Referências Bibliográficas .....</b>	<b>70</b>

## Índice de Figuras

<b>Figura 1</b> Seis grandes perdas associadas ao indicador OEE (Adaptado de Nakajima, 1989) .....	6
<b>Figura 2</b> Ciclo PDCA (Fonte: Lean Enterprise Institute, 2008) .....	8
<b>Figura 3</b> Estrutura do método de registo A3 (Fonte: Shook, 2009) .....	9
<b>Figura 4</b> Estrutura do diagrama Ishikawa .....	10
<b>Figura 5</b> Relação entre as causas de perdas de produção e indicadores de medição de eficiência (Fonte: Muchiri e Pintelon, 2008) .....	12
<b>Figura 6</b> Estrutura fabril da Teka Portugal, SA (Fonte: TEKA PORTUGAL,SA) .....	16
<b>Figura 7</b> Ligação de processos na fabricação de componentes.....	17
<b>Figura 8</b> Folha de registo OEE usada no caso de estudo 1 .....	18
<b>Figura 9</b> Fórmula utilizada para o cálculo do indicador OEE no caso de estudo 1 ..	19
<b>Figura 10</b> Método de cálculo OEE usado no caso de estudo 1 (ficheiro excel).....	19
<b>Figura 11</b> Folha de seguimento OEE.....	20
<b>Figura 12</b> Plano de ações.....	21
<b>Figura 13</b> Zona de conformação e estampagem (pavilhão 1) .....	22
<b>Figura 14</b> Ordem de fabrico de operações de conformação e estampagem.....	23
<b>Figura 15</b> Listagem de resumo de máquina para o cálculo da disponibilidade.....	24
<b>Figura 16</b> Listagem do rendimento de máquina para cálculo da qualidade e velocidade .....	24
<b>Figura 17</b> Listagem de valores OEE para uma máquina e um período de trabalho	25
<b>Figura 18</b> Evolução do ficheiro excel de cálculo OEE.....	26
<b>Figura 19</b> Parte da lista elaborada com valores de tempos de ciclos errados na conformação e estampagem .....	28
<b>Figura 20</b> Zona de soldadura (carcaças de 38 litros) .....	30

<b>Figura 21</b> Zona de produto acabado da soldadura para abastecimento de linhas de microondas.....	30
<b>Figura 22</b> Ordem de produção de soldadura .....	30
<b>Figura 23</b> Folha de registo de produção hora a hora de soldadura.....	33
<b>Figura 24</b> Zona de estendais da serigrafia.....	38
<b>Figura 25</b> Zona de máquinas da serigrafia .....	38
<b>Figura 26</b> Ordem de produção da serigrafia .....	38
<b>Figura 27</b> Folha de apoio ao registo OEE na serigrafia .....	40
<b>Figura 28</b> Ordem de produção da colagem .....	43
<b>Figura 29</b> Parte da lista elaborada com tempos teóricos errados da colagem .....	46
<b>Figura 30</b> Parte da lista de tempos teóricos novos da colagem desenvolvida pelo Departamento de Métodos e Engenharia .....	46
<b>Figura 31</b> Organização da fábrica em mini-fábricas para o caso de estudo 2.....	47
<b>Figura 32</b> Folha de registo OEE utilizada no caso de estudo 2.....	49
<b>Figura 33</b> Códigos de Eventos e Defeitos para registo OEE (ínlcida na traseira da folha de registo OEE) .....	49
<b>Figura 34</b> Parte do ficheiro excel de registo de dados de produção usado no caso de estudo 2 .....	51
<b>Figura 35</b> Separador do ficheiro excel para a visualização de erros (ficheiro de registo de dados de produção) .....	51
<b>Figura 36</b> Ficheiro de síntese de problemas da mini-fábrica Diversos (primeira semana de implementação).....	52
<b>Figura 37</b> Ficheiro de síntese de problemas setor da quinagem na mini-fábrica Diversos .....	52
<b>Figura 38</b> Método A3 para a resolução de problemas identificados pelo registo OEE relativo às Paragens (P) .....	53
<b>Figura 39</b> Método A3 para a resolução de problemas identificados pelo registo OEE relativo à Qualidade (Q).....	61
<b>Figura 40</b> Formato do papel de registo de retrabalho (Linha Hospital).....	62
<b>Figura 41</b> Separador do ficheiro de registo para o registo da Linha Hospital. ....	63

## Índice de Tabelas

<b>Tabela 1</b> Valores ideais OEE .....	7
--	---

<b>Tabela 2</b> Processos de soldadura .....	31
<b>Tabela 3</b> Reformulação de processos para o cálculo OEE na soldadura .....	32
<b>Tabela 4</b> Processos da serigrafia.....	37
<b>Tabela 5</b> Máquinas e centros de trabalho e respetivas operações ajustadas para o cálculo do indicador OEE na serigrafia .....	39
<b>Tabela 6</b> Número de postos de trabalho no setor da colagem .....	43
<b>Tabela 7</b> Principal problema detetado na primeira semana de implementação da metodologia do caso de estudo 2 .....	53
<b>Tabela 8</b> Análise de relação entre os desperdícios do sistema produtivo e o indicador OEE de acordo com as metodologias utilizadas nos casos de estudo .....	64
<b>Tabela 9</b> Análise de relação entre as perdas de equipamento e o indicador OEE de acordo com as metodologias utilizadas nos casos de estudo .....	65
<b>Tabela 10</b> Análise de relação entre as causas de desperdício internas e externas à organização e o indicador OEE de acordo com as metodologias utilizadas nos casos de estudo .....	66

## Índice de Gráficos

<b>Gráfico 1</b> Evolução do indicador OEE no setor de conformação e estampagem ..	27
<b>Gráfico 2</b> Evolução da disponibilidade no setor da de conformação e estampagem	27
<b>Gráfico 3</b> Evolução da qualidade no setor da de conformação e estampagem.....	27
<b>Gráfico 4</b> Evolução da velocidade no setor da de conformação e estampagem .....	28
<b>Gráfico 5</b> Evolução do indicador OEE na soldadura .....	34
<b>Gráfico 6</b> Evolução da disponibilidade na soldadura .....	34
<b>Gráfico 7</b> Evolução da qualidade na soldadura .....	35
<b>Gráfico 8</b> Evolução da velocidade na soldadura.....	35
<b>Gráfico 9</b> Evolução do indicador OEE na serigrafia .....	40
<b>Gráfico 10</b> Evolução da disponibilidade na serigrafia .....	41
<b>Gráfico 11</b> Evolução da qualidade na serigrafia .....	41
<b>Gráfico 12</b> Evolução da velocidade na serigrafia.....	41
<b>Gráfico 13</b> Evolução do indicador OEE na colagem .....	44
<b>Gráfico 14</b> Evolução da disponibilidade na colagem.....	44
<b>Gráfico 15</b> Evolução da qualidade na colagem.....	45
<b>Gráfico 16</b> Evolução da velocidade na colagem .....	4

# 1 Introdução

Atualmente, as organizações focam-se nas exigências dos mercados consumidores tendo como principal objetivo o ganho de vantagens competitivas em relação à sua concorrência. Para atender a essas exigências é imprescindível que as empresas disponibilizem produtos com qualidade, rapidez, flexibilidade e baixo custo (Busso e Miyake, 2012) focando-se nos seus recursos produtivos de maneira a melhorar a sua eficiência, pois, segundo Fleischer et al (2006), a competitividade das empresas industriais depende da disponibilidade e produtividade dos mesmos.

A gestão das empresas recorre, frequentemente, a indicadores de natureza económica e financeira sobre o mercado e a sua posição competitiva, esquecendo-se dos indicadores representativos da atividade produtiva e das operações quando estas atividades estão na origem dos fatores determinantes da competitividade e dos resultados económicos (Silva, 2009). Segundo este autor, maximizar a operacionalidade e o desempenho dos equipamentos em termos de eficiência deve ser um objetivo permanente dos gestores de operações das unidades industriais de todas as empresas cuja produção dependa principalmente do bom desempenho dos equipamentos.

Torna-se pois necessário a optimização de todos os processos subjacentes à organização, desde o controlo de processos, a eficiente utilização de recursos e a diminuição de custos de produção. Em suma, para uma boa gestão de processos e obtenção de melhorias as organizações devem focar-se na eliminação de todas as operações que não acrescentam valor a um fluxo produtivo.

Para locais de produção onde os custos de produção são uma das principais preocupações, é importante beneficiar de melhorias nos processos envolventes (Andersson, 2010). Para tal é necessário recolher informações sobre os processos e aplicar uma metodologia de medição de eficiência dos equipamentos da produção.

É importante observar, que mesmo quando os recursos de produção estão disponíveis, a sua utilização pode ocorrer de forma ineficiente o que não deve ser desprezado pelas organizações. O indicador Overall Equipment Effectiveness (OEE) tem sido amplamente utilizado nas indústrias para diagnóstico dos seus sistemas produtivos direcionando ações de melhoria contínua, principalmente nas organizações que utilizam modelos subjacentes às metodologias Lean (Bohoris et al, 1995). Este indicador permite uma visão ampliada sobre todas as perdas de uma máquina, de forma simples e clara para que sejam notadas todas as limitações destas e as consequentes implicações na produção. É pois crucial o uso de indicadores na produção, pois a quantificação de problemas por via numérica possibilita a avaliação da importância de cada problema e a prioridade para a sua eliminação.

A fabricação de componentes da fábrica da Teka, Portugal tanto fornece peças às linhas de montagem como vende para outras empresas e torna-se fundamental medir a eficiência da produção para que se garanta a resposta rápida e eficaz a nível interno e externo. Para isto, foi proposto pela empresa no âmbito do departamento de Lean Production, a aplicação do indicador OEE nos setores de fabricação de componentes.

Este trabalho incide sobre a implementação, cálculo e análise do indicador de eficiência global de Equipamentos (indicador OEE). A implementação deste indicador permite e tem como objetivo o estudo de todas as fontes de desperdício associados aos diferentes tipos de equipamentos e processos de fabricação de peças metálicas produzidas na fábrica da Teka, Portugal.

O objetivo deste projeto é analisar a importância do uso do OEE de maneira a avaliar a sua utilidade, os seus benefícios e limitações em processos de melhoria contínua verificando de que maneira permite a determinação de procedimentos que não acrescentam valor ao processo de produção.

De acordo com o objetivo, avaliar-se-á o uso de ferramentas de gestão que, conciliadas com este cálculo diário, poderão ter um papel crucial na eliminação de desperdício e, consequentemente no desenvolvimento da melhoria contínua dos processos fabris. Com isto, é possível analisar, até que ponto, o indicador poderá refletir a capacidade produtiva da fábrica.

Para detetar problemas associados é necessário afinar a robustez dos dados fornecidos tanto pelos operadores na produção de componentes como pelo sistema de aquisição de dados das máquinas, aliado ao esforço de todos os outros intervenientes dos processos sujeitos a melhorias, para que decisões futuras se possam aplicar em todo este processo de medição e análise.

Resumidamente, este projeto tem como finalidade avaliar a utilidade da utilização do indicador OEE de acordo com a estratégia da empresa e até que ponto poderá ser útil no contexto do processo de melhoria contínua baseado na metodologia de Lean que está a ser implementada na organização.

O presente relatório de estágio encontra-se estruturado em quatro capítulos.

O primeiro capítulo descreve, de forma sucinta, o tema, o propósito do projeto e os objetivos deste de acordo com o trabalho realizado ao longo do estágio na Teka Portugal, SA. O segundo capítulo tem como objetivo estabelecer a relação entre as metas do projeto e a literatura envolvente do tema fazendo uma abordagem sobre conceitos que servirão de ligação aos objetivos deste projeto. O terceiro capítulo trata de todo o processo desde a implementação à análise do indicador OEE na fabricação de componentes da fábrica da Teka assim como a evolução da utilização deste indicador e a mudança de metodologias para o cálculo e análise da eficiência operacional em diferentes setores. No quarto capítulo apresentar-se-ão conclusões sobre o uso do indicador durante o estágio expondo as apreciações sobre as componentes do OEE e as metodologias usadas no caso de estudo.

## 2 Revisão da literatura

### 2.1 OEE e Metodologia Lean

Para enquadrar a abordagem do tema sobre o OEE é necessário evidenciar a origem deste indicador. Para isso torna-se imprescindível falar sobre a metodologia Lean.

Esta metodologia foi lançada pela Toyota após a Segunda Guerra Mundial e consiste num sistema de gestão que tem como princípio a eliminação dos desperdícios nos processos produtivos. Segundo Ohno (1997) os desperdícios associados ao sistema produtivo estão agrupados em sete grupos de desperdício:

- 1- Superprodução: quando se produz mais do que está planeado e/ou antes do momento planeado e necessário. É classificado como o mais difícil de ser eliminado e o que causa mais impacto;
- 2- Espera: quando os operadores se vêm obrigados a esperar pela operacionalidade das máquinas ou por falta de peças;
- 3- Transporte: quando há movimento excessivo de peças, pessoas e informações. O transporte é uma operação que não agrega valor ao produto final logo é considerado desperdício a eliminar;
- 4- Processos desnecessários: todas as operações que não acrescentam valor e não estão contempladas no processo de produção;
- 5- Produtos defeituosos: tempo perdido por produção de produtos não-conformes ou por retrabalho de peças após a sua produção;
- 6- Movimentação: todos os movimentos que não são necessários por parte dos operadores na execução de uma determinada operação;
- 7- Stock: desperdício em forma física em matéria-prima, material em processamento ou produto acabado.

Para a eliminação de todos estes desperdícios surge a definição de Total Preventive Maintenance (TPM) como a manutenção produtiva baseada em equipas que envolvem todos os níveis e funções numa organização, desde os operadores até ao topo da hierarquia (Chan et al., 2005). A implementação do modelo TPM na gestão de sistemas de produção é baseada em três conceitos centrais: maximização da eficácia dos equipamentos, manutenção autónoma realizada por operadores e organização de pequenos grupos de melhoria (Ljunberg, 1998). Chan et al (2005) complementam afirmando que a TPM é uma relação sinérgica entre todas as funções organizacionais, especialmente entre a produção e a manutenção e tem como objetivo melhorar a qualidade do produto, assim como, a eficiência operacional e a garantia da capacidade produtiva. Para além da eliminação total de todas as possíveis perdas como avarias, configuração de equipamentos, velocidade reduzida, defeitos e retrabalho, setup e todas as outras perdas de produtividade, a TPM tem objetivo de maximizar a eficiência do equipamento e o indicador OEE é um dos indicadores usados como medida dessa eficiência (Maran et al, 2013).

## **2.2 Indicador OEE como indicador de desempenho de equipamentos**

Quantificar e avaliar o desempenho das operações no chão de fábrica requer indicadores que representem fielmente os seus parâmetros vitais, como produtividade, qualidade e capacidade de produção (Davis et al, 2001).

O OEE foi proposto inicialmente por Nakajima (1988) como um método de medição de eficiência operacional de máquinas ou conjunto de máquinas usadas para a produção. Este indicador é utilizado para a medição do desempenho global dos equipamentos na produção que, ao estruturar a análise das perdas de aproveitamento da sua capacidade, ajuda a direcionar os esforços de melhoria contínua (Jonsson e Leshammar, 1999). Segundo Silva (2009), o OEE é uma medida de desempenho tridimensional pois, tem em consideração, o tempo útil que a máquina tem para produzir, a eficiência da produção e a qualidade do produto produzido.

Dal et al (2000) apontaram que, o OEE é uma medida que pode fornecer informações por tópicos para a tomada de decisão diária, utilizando dados de desempenho disponíveis, tais como manutenção preventiva, utilização de material, os acidentes, a recuperação de trabalho, a conformidade de planeamento, setup e os dados de transição. O OEE promove a análise dos problemas e o tratamento da causa raiz de modo a tomar as ações de melhoria do processo e aumentar a capacidade dos equipamentos (Ljungberg, 1998) A ideia é fazer com que o equipamento funcione como deveria funcionar sempre e produzir tanto quanto é suposto produzir não se aceitando que a produção seja menor de acordo com a pessoa no mesmo equipamento e na produção da mesma peça com a finalidade de alcançar o melhor desempenho em todo o processo (Wireman, 2004). Segundo Jonsson e Lesshammar (1999), o indicador OEE permite indicar áreas onde devem ser desenvolvidas melhorias bem como pode ser utilizado como “benchmark”, permitindo quantificar as melhorias desenvolvidas nos equipamentos, células ou linha de produção ao longo do tempo.

O indicador OEE permite a identificação de máquinas que devem ser foco de atividades de gestão de manutenção, a comparação interna entre as máquinas de uma mesma unidade industrial (Bamber et al, 2003) e o registo de todas as paragens para a identificação de perdas que permitem a valorização dos planos de manutenção já existentes (Chand e Shirvani, 2000)

Independentemente da definição genérica e intenção do projeto inicial de OEE, existem inúmeras aplicações do indicador OEE aplicáveis em zonas de fabrico (Puvanasvaran et al, 2013) mas este é utilizado principalmente por indústrias que querem aumentar a disponibilidade dos seus equipamentos. Jonsson e Lesshammar (1999) afirmam que um sistema integrado de avaliação do desempenho global da produção deve ser medido sobre as perspetivas da estratégia, da orientação ao fluxo, da eficiência interna e da eficácia externa afirmando que cada organização deve desenvolver o seu próprio sistema de forma dinâmica e interativa.

Toda a informação relativa ao processo deve ser reportada da maneira mais cuidadosa possível de modo a ajudar a encontrar os processos mais ineficientes e sujeitos a melhoria. A etapa de análise de perdas é o momento onde ocorre a integração entre a produção e o indicador OEE. Nesta fase torna-se necessário que haja um registo detalhado de todas ocorrências que influenciem o desempenho

operacional de um equipamento e, também, uma base de dados robusta e confiável a fim de possibilitar a identificação das principais causas das limitações operacionais (Hansen, 2006).

## **2.3 Perdas relacionadas com os equipamentos**

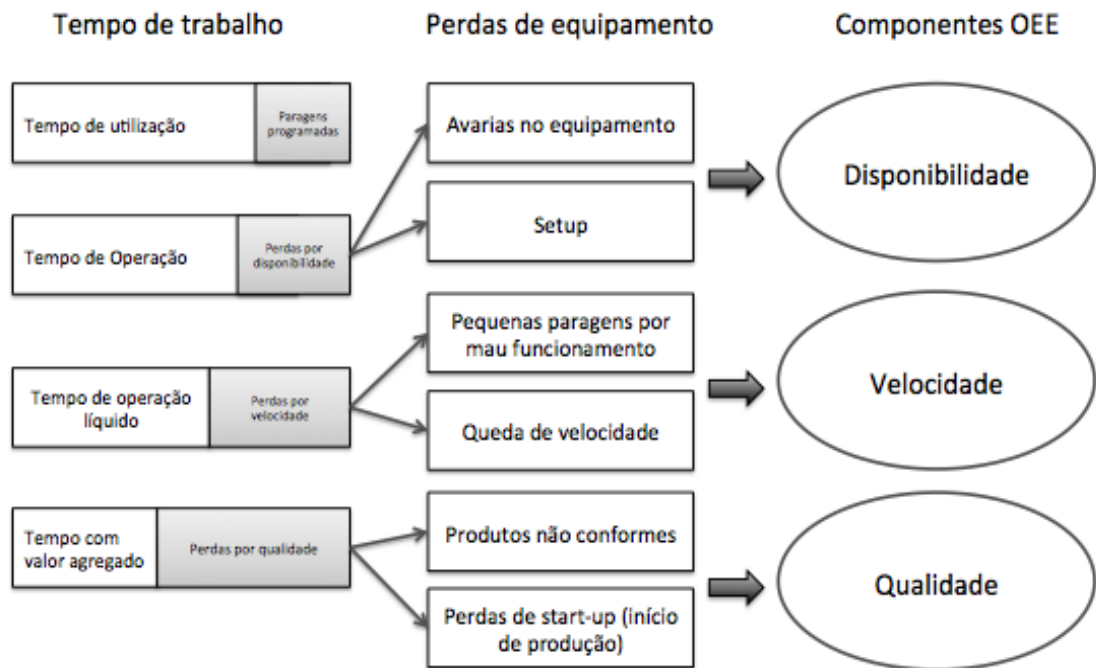
Para o cálculo do indicador OEE é fundamental identificar todas as perdas relacionadas com os equipamentos para que estas possam ser minimizadas de maneira a aumentar a eficiência global.

Segundo Nakajima (1989) existem seis grandes perdas relacionadas com o equipamento de produção:

1. Perdas por avaria: o equipamento encontra-se indisponível por um tempo determinado por atividades como manutenção ou intervenção da engenharia.
2. Perdas por Setup: o equipamento está sujeito a operações de mudança de ferramenta para a produção de outro produto. Estas são as perdas responsáveis pela maior parte do tempo perdido de um equipamento.
3. Perdas por pequenas paragens: problemas no equipamento que não necessitam de muito tempo para a sua reparação e normalmente executada pelo operador como por exemplo a sujidade na ferramenta que pode causar defeitos na peça.
4. Redução da velocidade de produção: relação entre a velocidade de produção teórica e real e o seu desfasamento. Podem estar associadas por problemas da própria operação, qualidade do processo ou até da própria engenharia e dos tempos de ciclo teórico mal definidos.
5. Produtos não conformes: paragens causadas pelo mau funcionamento dos equipamentos originando produtos defeituosos ou retrabalho no produto antes da operação.
6. Perdas por queda de rendimento: paragens relacionadas com as restrições dos equipamentos que requerem um período de estabilização das condições dos equipamentos. Ocorrem, normalmente, após paragens por reparação, manutenção, paragens de descanso, entre outras.

Estas seis perdas estão diretamente associadas com o indicador OEE e todas elas afetam a eficiência operacional relacionadas com as três componentes que definem este indicador como se pode verificar na Figura 1. No que toca à disponibilidade do equipamento estão associadas as perdas por quebras e por setup. As perdas por produtos não-conformes e por queda de rendimento baixam a componente da qualidade, enquanto que as perdas por pequenas paragens e por queda de velocidade afetam diretamente a componente velocidade deste indicador.





**Figura 1:** Seis grandes perdas associadas ao indicador OEE (Adaptado de Nakajima, 1989)

## 2.4 Cálculo do indicador OEE

De acordo com Nakajima (1989) o indicador OEE é composto por três componentes: disponibilidade, qualidade e velocidade do equipamento e é calculado pela multiplicação destas três componentes (1). No que toca à disponibilidade (2), este é calculado usando a utilização da máquina e as paragens não programadas: falhas de abastecimento, avarias do equipamento e tempos de mudança de ferramenta (setup). Ao tempo de utilização das máquinas são retirados todos os tempos que estão planeados como os tempos para ensaios ou descanso dos operadores de máquina. Para calcular o índice de qualidade (3) é necessário conhecer o número real total de peças produzidas, as peças que foram sujeitas a retrabalho e aquelas que foram rejeitadas. Em relação à velocidade (4) o índice é obtido pela relação de peças produzidas e do objetivo de produção que é calculado através das cadências teóricas previamente estabelecidas.

$$\text{OEE} = \text{Disponibilidade} \times \text{Qualidade} \times \text{Velocidade} \quad (1)$$

$$\text{Disponibilidade} = \frac{\text{Utilização Máquina (min)} - \sum \text{Paragens Não Programadas (min)}}{\text{Utilização Máquina (min)}} \quad (2)$$

$$\text{Qualidade} = \frac{\text{Total Real Produzido} - \sum [\text{Defeitos} + \text{Retrabalho}]}{\text{Total Real Produzido}} \quad (3)$$

$$\text{Velocidade} = \frac{\text{Total Real Produzido}}{\text{Total Objetivo}} \quad (4)$$

Alternativamente, o OEE pode ser calculado pela razão entre o volume de produção (número de peças conformes) e a multiplicação do tempo de utilização da máquina e a capacidade de produção por hora. (5)

$$\text{OEE} = \frac{\text{Total de Produtos conformes}}{\text{Tempo de utilização} \times \text{Capacidade de produção por Hora}} \quad (5)$$

Na fórmula acima apresentada estão contempladas, também, as três componentes do indicador OEE. A disponibilidade é representada pelo tempo de utilização onde estão incluídos os tempos de setup, manutenção de ferramenta e abastecimento e retirados os tempos de paragens programadas. A qualidade vem descrita no número de produtos conformes e a velocidade é a multiplicação do tempo de utilização e a capacidade de produção por hora. Apesar disto, esta fórmula não descreve de maneira detalhada as três componentes como a formula (1) e torna-se mais difícil a análise de tempos perdidos, número de defeitos em relação as peças conformes produzidas e o desempenho não é notório pela formula dificultando a comparação entre o que deveria ser feito (teórico) e o que se faz (real).

No que toca aos valores desejados, Nakajima (1989) sugeriu os seguintes valores para o indicador OEE e as suas componentes:

**Tabela 1: Valores ideais OEE**

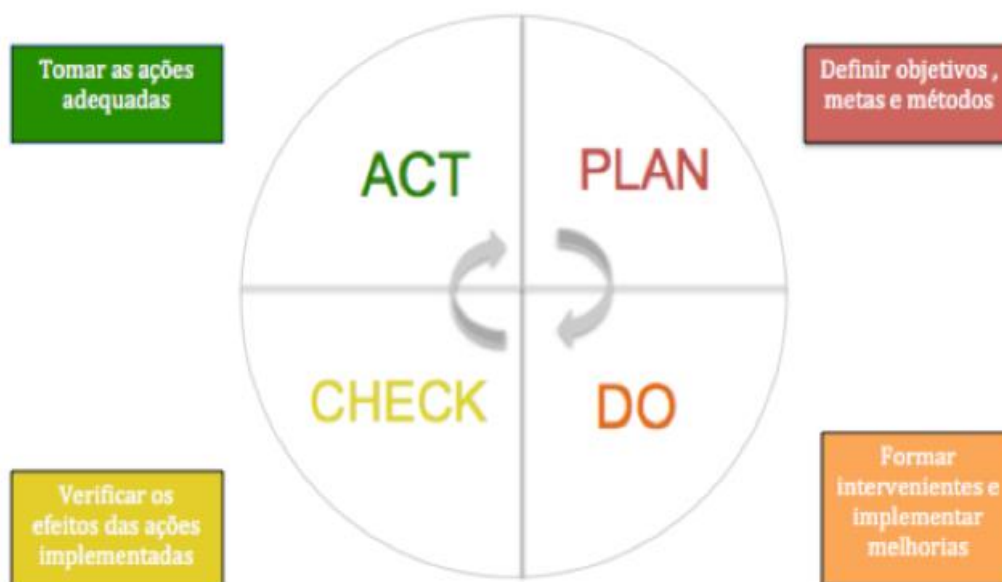
Valores ideais	
<b>Disponibilidade</b>	90%
<b>Qualidade</b>	99%
<b>Velocidade</b>	95%
<b>OEE</b>	85%

## 2.5 OEE e métodos de definição e eliminação de problemas

A eliminação ou redução dos tipos de perdas identificados por este indicador requer que, além da manutenção e produção, outras áreas como qualidade e engenharia colaborem no desenvolvimento de esforços de melhoria de modo mais sistemático (Busso e Miyake, 2012). A partir da análise OEE as ações de melhoria necessitam de ser desdobradas por meio de ferramentas de gestão de qualidade para a resolução de problemas (Nakajima, 1989).

O ciclo PDCA é um ciclo de melhoria baseado no método científico de propor uma mudança num processo, a implementação da mudança medindo os resultados e tomar as medidas apropriadas (Lean Enterprise Institute, 2008). É constituído por quatro fases como mostra a Figura 2:

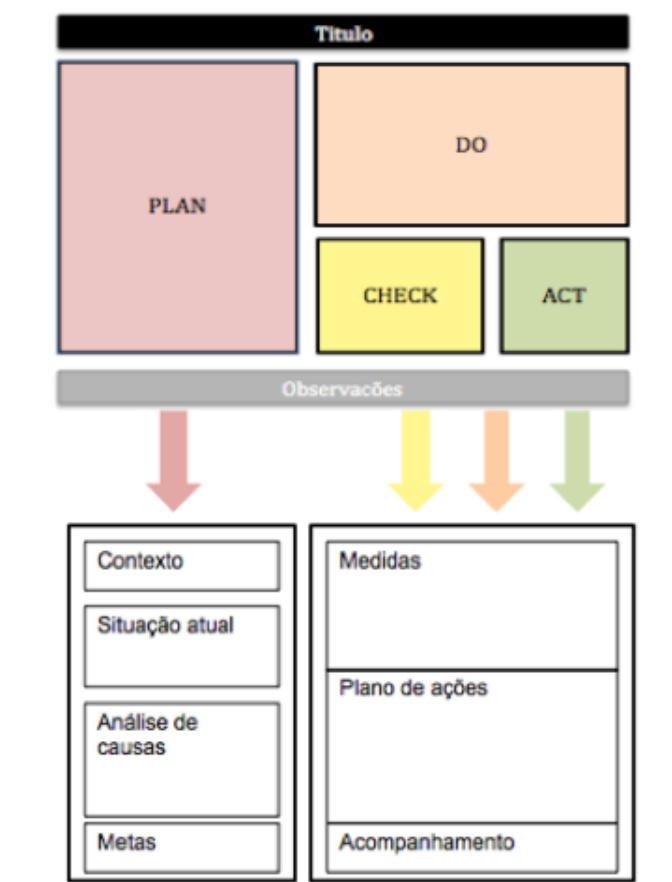
- 1- Plan: determinar as metas para um processo e as mudanças necessárias para as alcançar. Esta etapa abrange a localização do problema, o estabelecimento de um objetivo, a análise do fenómeno e a análise do processo. Para o planeamento são usados diagramas para a análise das causas do problema em questão e elaboram-se planos de ações.
- 2- Do: Implementar as ações anteriormente planeadas.
- 3- Check: Verificar e avaliar a eficácia das ações tomadas e todos os efeitos causados pelos resultados.
- 4- Act: Padronizar os procedimentos implementados e estabilizar a mudança ou começar um novo ciclo, consoante os resultados.



**Figura 2:** Ciclo PDCA (Fonte: Lean Enterprise Institute, 2008)

O método A3 é, também, utilizado para desenvolver projetos de melhoria. O nome A3 tem origem no tamanho da folha utilizado para o registo do processo sujeito a melhoria (Shook, 2009). O relatório feito numa folha de formato A3 é uma ferramenta que estabelece uma estrutura concreta para implementar a gestão PDCA e ajuda a levar os intervenientes dos relatórios a uma compreensão profunda sobre o problema, além de dar novas ideias para solucionar outros problemas. (Sobek; Smalley, 2010). Segundo Shook (2009) os A3's são compostos por uma sequência de etapas: (1) Estabelecer o contexto do trabalho e a importância do problema; (2) Descrever as condições atuais do problemas; (3) Identificar o resultado desejados; (4) Analisar a situação para estabelecer as suas causas; (5) Propor medidas de eliminação do problema; (6) Definir um plano de ações para a eliminação do problema; (7) Mapear o processo de acompanhamento. O Autor afirma que não é o formato do relatório que importa, mas a mentalidade subjacente que leva o ciclo PDCA.

Para Shook (2009), os relatórios A3 servem como mecanismos para responsáveis desenharem ordens na análise da causa raiz de um problema enquanto alinham interesses de indivíduos e departamentos encorajando diálogos produtivos e ajudando as pessoas a aprender umas com as outras.. O método A3 é uma manifestação visual de um processo conceitual de resolução de problemas que envolvem diálogo contínuo entre o responsável pelo problema e as outras pessoas da organização (Dennis, 2007).

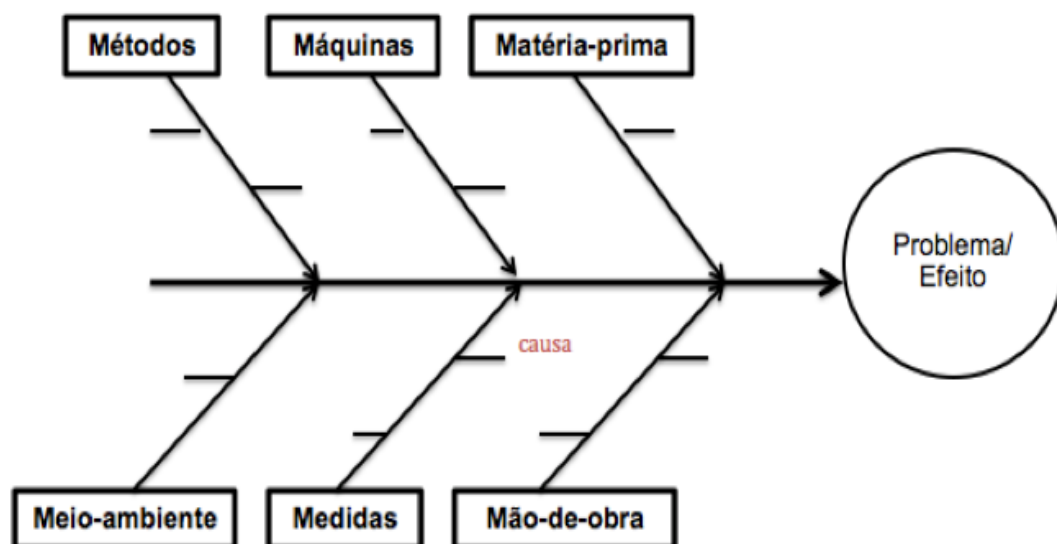


**Figura 3:** Estrutura do método de registo A3 (Fonte: Shook, 2009)

Segundo Nakajima (1989) através de um diagrama Ishikawa também conhecido como diagrama causa-efeito ou diagrama espinha de peixe é possível organizar a investigação do real motivo da ocorrência dos mesmos facilitando a sua identificação e eliminação. A aplicação desta ferramenta da qualidade de identificação de causas dos problemas exige que haja um debate entre as partes interessadas e que a decisão se fundamente em resultados de análise de registos de informação. Este diagrama é uma forma gráfica de análise de fatores de influência sobre um determinado problema, ou seja, uma análise de causas para um determinado efeito. Segundo Miguel (2006) o diagrama de Ishikawa segue um procedimento sequencial:

- 1- Determinar o problema a ser estudado (identificação do efeito);
- 2- Determinar as possíveis causas e registá-las no diagrama;
- 3- Construir o diagrama agrupando as causas registadas anteriormente em “6M”: mão-de-obra, método, matéria-prima, medida e meio-ambiente;
- 4- Analisar o diagrama com objetivo de identificar as principais causas do problema;
- 5- Correção do problema

Esta ferramenta é o resultado de um brainstorming, ou seja, pensamentos e ideias que cada interveniente do grupo de discussão expõe sem restrições e democraticamente. É fundamental que esses mesmos intervenientes estejam diretamente relacionados com a área/departamento subjacente às causas e ao efeito.



**Figura 4:** Estrutura do diagrama Ishikawa

## 2.6 Indicadores derivados do OEE

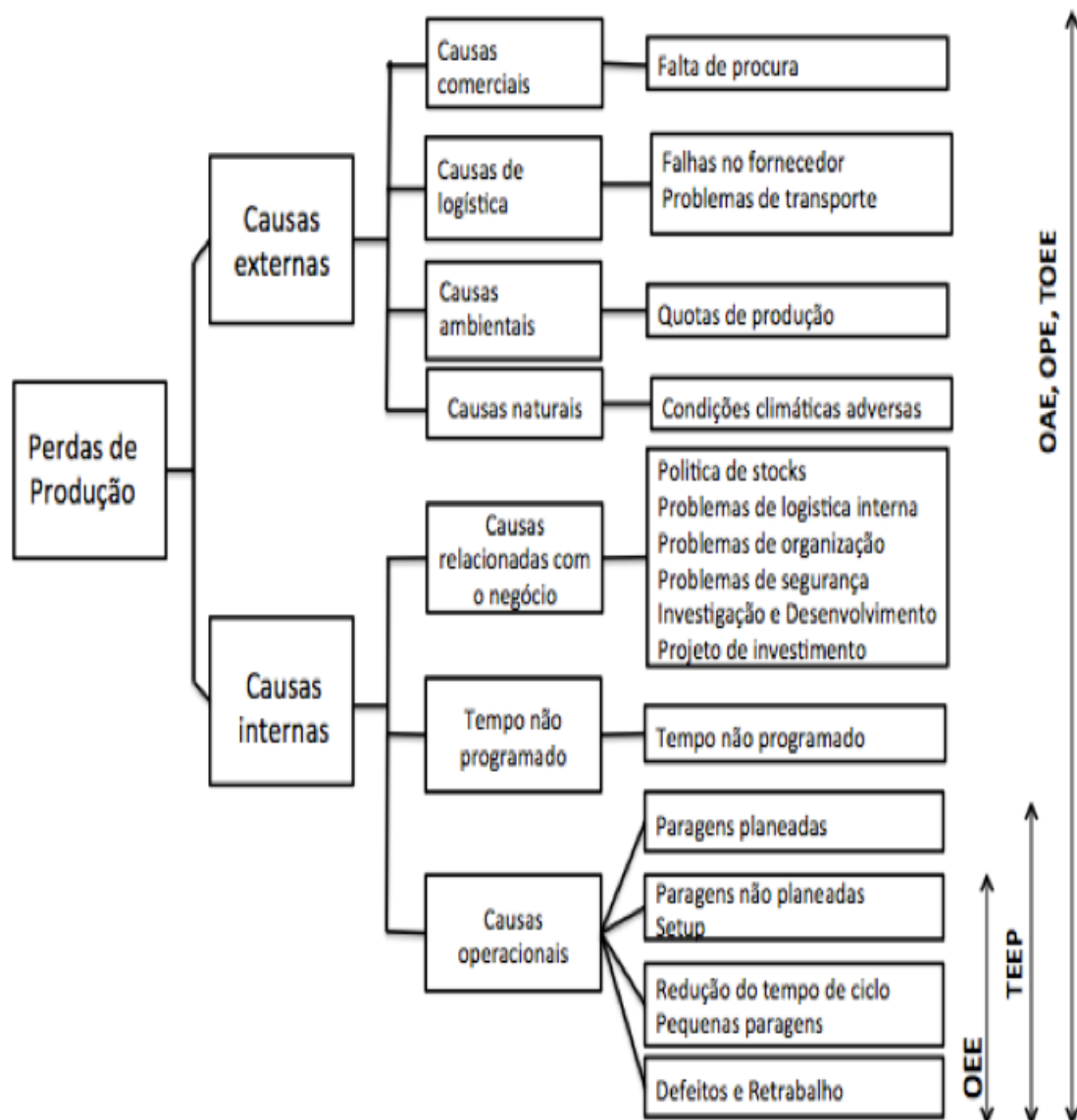
Segundo Davis et al, (2001) com o crescimento de indicadores de desempenho disponíveis, os gestores devem ser seletivos na escolha daqueles que são apropriados aos setores de atuação da empresa, pois sem o indicador adequado não será possível avaliar com precisão os processos internos bem como o desempenho da organização diante dos seus concorrentes.

Autores como Jonsson e Lesshammar (1999) e Braglia et al (2009) identificam limitações na aplicação do OEE em contextos mais amplos, sob condições não previstas e para fins mais complexos que os originalmente admitidos na sua implementação. Segundo Muchiri e Pintelon (2008) existem indicadores derivados do indicador OEE conforme a natureza da sua aplicação. Entre as várias alternativas do indicador OEE surgem, as seguintes, de acordo com o propósito do projeto:

- **Total Equipment Effectiveness Performance (TEEP):** Segundo Muchiri e Pintelon (2008) este indicador considera as paragens planeadas no cálculo do indicador e mostra, de forma mais clara, como a manutenção tem impacto na produtividade em processos industriais. Os autores afirmam que as paragens planeadas são estimadas com base no tempo médio entre falhas (MTBF) e no tempo médio de reparação (MTTR) e que tem como objetivo encontrar e definir as melhores práticas para reduzir o MTTR e/ou aumentar o MTBF com a finalidade de melhor aproveitamento do equipamento. A Aplicação do TEEP foi elaborada para avaliar um equipamento mas pode também ser usada para a avaliação de um sistema maior como uma planta de processos ou fábrica como se tratasse de uma única entidade de produção (Muchiri e Pintelon, 2008).
- **Production Equipment Effectiveness (PEE):** Considera os mesmos três componentes do OEE (disponibilidade, qualidade e velocidade) no caso de produção discreta mas incluindo componentes adicionais para considerar outros tipos de perdas como a falta de procura (Raouf, 1994). Este autor assume que a qualidade tem um peso diferente da disponibilidade e velocidade, por exemplo.
- **Total Overall Equipment Effectiveness (TOEE):** Este indicador considera o efeito das paragens denominadas de perdas independentes do equipamento, tais como perdas por falta de operador, falta de material e por falta do controlo de qualidade, que não depende das condições do equipamento em si (Braglia et al, 2009)
- **Overall Production Effectiveness (OPE):** Segundo Muchiri e Pintelon (2008) é um indicador pouco discutido assim como o OAE (Overall Asset Effectiveness) que têm o propósito de , para além das componentes OEE, considerarem perdas provocadas por causas comerciais como a baixa procura ou falta dela, problemas logísticos como a falta de fornecimento, problemas de transporte ou faltas de energia, regulamentações ambientais, causas naturais ou causas relacionadas com a gestão da organização que

afetam a fábrica como os stocks, a logística interna e o investimento em novos produtos. O OPE usa dados temporais para o seu cálculo enquanto que o OAE usa unidades de produto.

Fazendo a relação do uso do indicador OEE com os outros indicadores encontramos muitas causas ligadas a perdas de produção que o indicador OEE não abrange:



**Figura 5:** Relação entre as causas de perdas de produção e indicadores de medição de eficiência (Fonte: Muchiri e Pintelon, 2008)

## **2.7 Vantagens e limitações do uso do indicador OEE**

O indicador OEE tornou-se um indicador de vasta utilização pela sua simplicidade e clareza mas este revela algumas limitações. O indicador OEE possibilita a análise de problemas de produção ou manutenção e atuação na causa raiz (Jeong e Phillips, 2001), possibilita a identificação de máquinas que devem ser foco de atividades de gestão de manutenção, permite a comparação interna entre as máquinas de um mesmo setor (Bamber et al, 2003) e regista todas as paragens para a identificação de perdas que permitem a complementação dos planos de manutenção já existentes (Chand e Shirvani, 2000).

Apesar de ser um ótimo indicador para medir a eficiência de uma única máquina, pode não ser suficiente para direcionar a melhoria global de um processo produtivo quando este envolve a relação entre vários equipamentos (Ljungberg, 1998). Este indicador faz uma medição primária para a fábrica e pode ser pouco abrangente e específico consoante os objetivos da utilização deste não fornecendo uma visão sistémica das perdas do negócio, pois não considera interações além do equipamento (Jonsson e Lesshammar, 1998). O uso deste indicador é ineficiente em definir e medir certos dados para o seu cálculo como o tempo de ciclo do processo e as pequenas paragens (Ron e Rooda, 2005). Dificulta o reconhecimento de outras perdas com base na taxonomia das seis grandes perdas do OEE (Jeong e Phillips, 2001). Para além disso, a utilização exclusiva do OEE pode definir responsabilidades para a área de produção que não, necessariamente, lhe pertencem (Ljungberg, 1998).

É pois necessário que as empresas utilizem de forma correta o indicador de desempenho operacional e que o escolham de acordo com as suas necessidades de melhoria pois o indicador deve contemplar o que deve ser medido sob as perspetivas da estratégia da Empresa (Jonsson e Lesshammar, 1999). Estes autores apontam a necessidade de cada organização desenvolver o seu próprio sistema de forma dinâmica e interativa. É necessário utilizar indicadores que não meçam, apenas, o desempenho de um equipamento ou uma área, mas que, também, possibilitem avaliar os impactos de sistemas maiores na sua cadeia de valor, que possam ser usados em comparações internas e externas à organização, que contemplem as necessidades dos clientes e que sejam simples de serem compreendidos, atualizados e utilizados em processos de melhoria contínua (Busso e Miyake, 2012).



## **3 Caso de Estudo**

### **3.1 Indústria Metalomecânica**

A indústria metalomecânica centra-se na fabricação de bens acabados metálicos destinados quer à fabricação quer ao consumo final. Estes bens passam por processos de corte, quinagem, soldadura e montagem. A indústria metalomecânica engloba sectores de fabricação de estruturas metálicas, embalagens, máquinas, moldes e automóveis entre outros. As indústrias metalúrgica e metalomecânica representam um terço do valor acrescentado e do emprego que constitui o maior setor da união Europeia. Dentro desta indústria destacam-se a indústria automóvel e a fabricação de máquinas e equipamentos enquanto a fabricação de componentes metálicos é a atividade com mais empresas e maior número de trabalhadores.

Em Portugal esta indústria tem um papel estratégico pois fornece bens para vários setores da Indústria e o seu desenvolvimento pode ter efeitos de arrastamento sobre as outras indústrias e sobre a economia no seu conjunto. Embora a fabricação de produtos metálicos seja o principal subsector com mais de um terço de total do produto metalúrgico e perto da metade do emprego em Portugal, esta apresenta riscos no futuro, pois apresenta baixa produtividade na relação entre o valor acrescentado e o emprego. Para além disso, apresenta outras dificuldades pois apresenta estruturas empresariais demasiado atomizadas, assim como tecnologias pouco desenvolvidos em alguns segmentos e excessiva padronização dos produtos.

### **3.2 Grupo TEKA**

A TEKA é um grupo industrial fundado na Alemanha em 1924 com sede em Saragoça e dedica-se ao fabrico e comercialização de equipamentos de cozinha, banho, esmaltados e contentores industriais. É, também, uma referência Europeia no fabrico de eletrodomésticos de encaixe, nomeadamente fornos, placas, exaustores, lava-louças. A marca TEKA possui 3 gamas de produtos: Thor, Teka e kupperschbusch diferenciadas pelo preço atendendo aos diferentes segmentos de clientes.

O Grupo possui 27 fábricas, comercializa os seus produtos para 110 países e conta com mais de 100 milhões de consumidores em todo o Mundo dispondo de centros de distribuição na Europa, Ásia e América.

### **3.3 TEKA PORTUGAL,SA**

A atividade da TEKA Portugal começou em 1975 com a Empresa comercial Anselmo Santos, Lda que iniciou a distribuição exclusiva em Portugal dos lava-louças em aço inoxidável produzidos nas unidades fabris da Teka em Espanha e na Alemanha. Face à conjuntura da economia portuguesa, o Grupo teka optou pela construção de uma unidade fabril em Portugal na Zona Industrial da Mota, Gafanha da Encarnação, Aveiro que produzisse modelos de lava-louças mais competitivos no mercado interno.

Em 1978 construiu-se a sociedade Teka Portuguesa- Equipamentos de cozinha Lda tendo a forma jurídica de sociedade por quotas cuja a atividade inicial era a produção de lava-louças em aço inox. Visto que os produtos apresentavam elevada qualidade, os lava-louça Teka foram ganhando mercado e imagem de marca o que permitiu a abertura de outros ramos de negócio dentro da linha de cozinha.

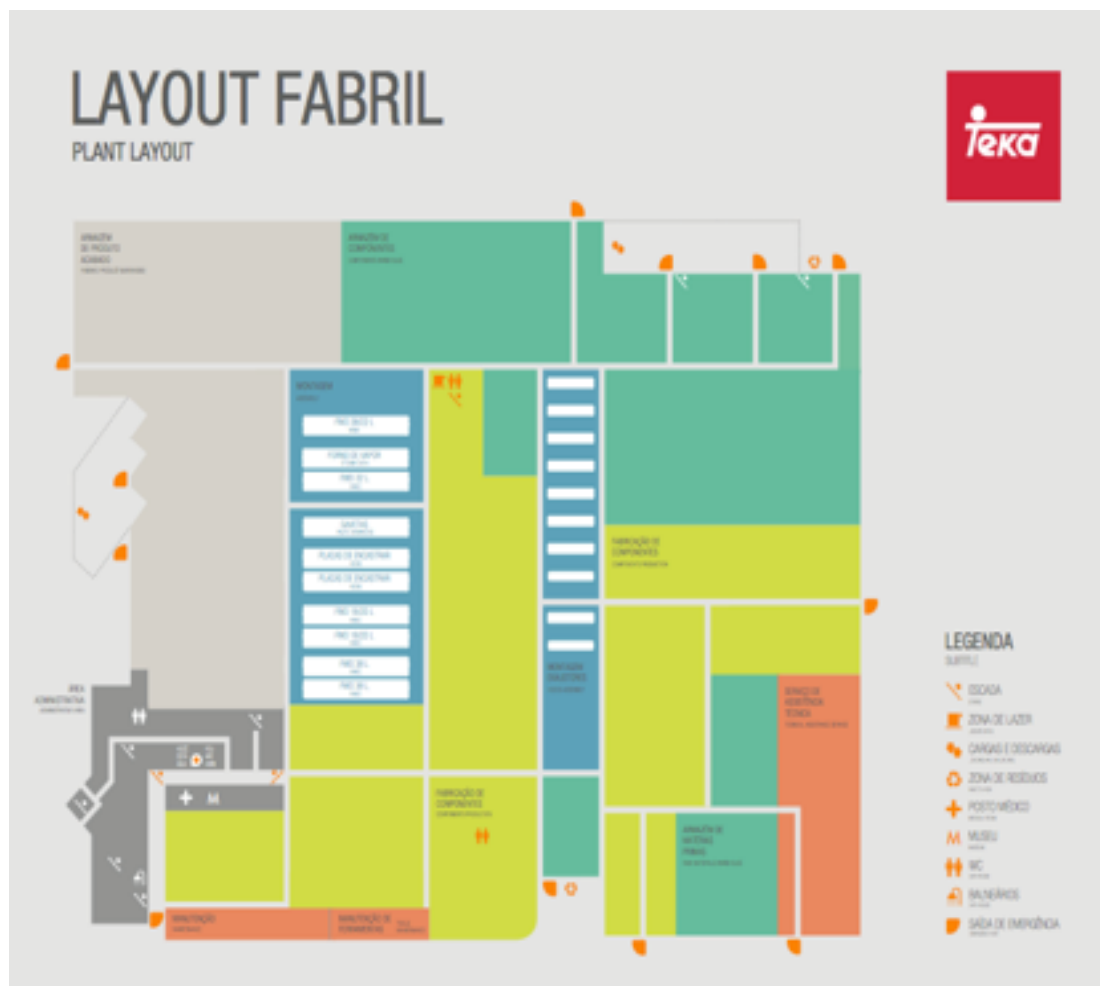
A evolução denotada em Espanha com o alargamento de outros tipo de produtos marcou a evolução da Teka Portugal que alargou o seu mercado diversificando as suas áreas de negócio. Os microondas e a receção de TV via satélite foram dois projetos que se destacaram na evolução da Teka Portugal que resultaram de acordos de colaboração entre o departamento de Investigação e Desenvolvimento da Empresa e a Universidade de Aveiro.

### **3.5 Estrutura fabril**

A Fábrica da Teka Portugal é separada por cinco grandes sectores:

- Fabricação de componentes constituída pela fabricação de operações iniciais de peças metálicas, a soldadura, a pintura, a serigrafia, a colagem e a reprografia;
- Linhas de montagem: uma linha para pequenas montagens (ATI's, lava-louças), duas linhas de fornos de 38 litros, duas linhas de fornos de 22 litros, duas linhas de placas de encastrar, duas linhas de fornos 18/20 litros, uma linha de gavetas de aquecimento, uma linha de Forno a Vapor e oito linhas de exaustores (sete linhas de montagem e uma de pré-montagem);
- Armazém de matérias-primas: Um armazém de componentes e um armazém de chapa;
- Armazém de produto acabado;
- Manutenção e Ferramentaria: ferramentaria, manutenção de ferramentas e serviços de assistência técnica

Para além de todos os sectores descritos existem também locais para abastecimento e um local para a sucata e produtos para abate.



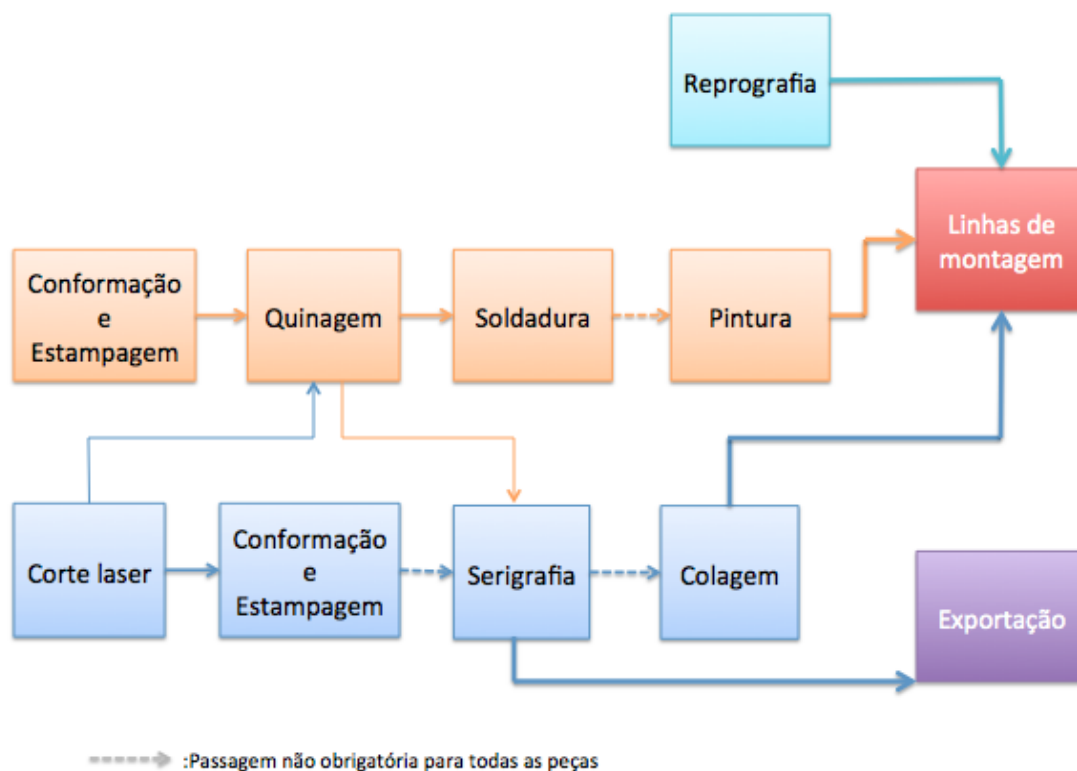
### 3.6 Fabricação de componentes

A fábrica da Teka Portugal é constituída por diversas áreas tanto destinadas à produção de peças metálicas como a montagem de produtos destinados a venda para o exterior.

Do setor de fabricação de componentes fazem parte todas as operações anteriores à montagem. Deste setor fazem parte os processos de conformação e estampagem, corte laser, quinagem, soldadura, serigrafia, colagem e reprografia.

Para as linhas de montagem seguem peças que passam por todos os processos ou que passam apenas por alguns processos dependendo do tipo de peça. No que toca à exportação, a maior parte das peças passa pelo corte, conformação e estampagem e serigrafia. Existem, também, processos em peças que vêm de fornecedores, como vidros na colagem, e peças plásticas destinadas à serigrafia. Já a produção de manuais e bolsas na reprografia é uma produção independente de todos os outros processos fornecendo apenas as linhas de montagem diretamente.

Na Figura 7 estão representados todos os processos existentes na fábrica da Teka Portugal e a maneira como estes estão interligados de acordo com o destino dos mesmos.



**Figura 7:** Ligação de processos na fabricação de componentes

### 3.7 Caso 1: Implementação do indicador OEE nos setores de fabricação de componentes

Numa fase inicial, o estágio na fábrica da Teka passou pela implementação do indicador na conformação e estampagem, alargando-se, posteriormente, aos setores de produção intermédia como o corte laser e quinagem, soldadura, serigrafia e colagem. Anteriormente a este projeto, apenas se calculava diariamente o indicador nas linhas de montagem da fábrica pelos responsáveis da mesma e se fazia a sua respetiva análise.

De seguida serão feitas as considerações acerca da metodologia adoptada para a implementação, cálculo e análise do indicador OEE nos setores de conformação e estampagem, soldadura, serigrafia e colagem. Será feita a descrição de cada setor e as devidas adaptações que se impuseram na implementação do indicador de eficiência em cada um. Em cada setor será apresentada, de forma abreviada, a análise dos valores do indicador OEE, a identificação de problemas detetados e as ações tomadas durante o projeto.

#### 3.7.1 Método de registo OEE

De um modo geral, o registo de dados para cálculo do indicador de eficiência operacional era igual para todos os setores que a seguir serão apresentados. A folha de registo de produção semanal era colocada por máquina ou por conjunto de

máquinas, dependente do setor. Nesta folha de registo eram registados os campos pertencentes a cada componente do indicador: disponibilidade, qualidade e velocidade.

Em relação à disponibilidade, os operadores colocavam todos os tempos perdidos em paragens para abastecimento, avarias e/ou manutenção de ferramentas e mudanças de ferramenta (setup).

Na qualidade o operador colocava o número de peças não conformes produzidas na respetiva operação e máquina. Também a nível de qualidade eram contabilizadas as peças que “sofreram” retrabalho, ou seja, todas as peças que foram sujeitas a operações que não estão complementadas na fabricação das peças em questão. Durante a implementação deste registo o número de peças retrabalhadas tinha igual peso ao número de peças com defeito.

No campo da velocidade, o operador colocava a hora de início e de fim (sem as paragens incluídas) da produção de uma determinada peça, assim como o código desta, acompanhado do número total de peças produzidas nesse intervalo.

MÁQUINA		SEMANA:									
DIAS	Turno	Disponibilidade (min)			Qualidade (un)		Velocidade (un)			Total Real Produzido (Soma dos reais na folha do Objetivo Horário)	OEE
		Falha de Abastecimento (falta de componentes, falta de matéria-prima, material embalagem)	Avarias (Máq, Manuais, Ferramentas, Aparelho de testes, Máquinas...)	Setup (mudança de preparação, mudança de ferramenta)	Defeitos (produtos segregados da linha para reparação)	Retrabalho (reparações feitas em linha)	Total Objetivo	Horas de início	Horas de fim		
SEG	1										
	2										
	3										
TER	1										
	2										
	3										
QUA	1										
	2										
	3										

**Figura 8:** Folha de registo OEE usada no caso de estudo 1

### 3.7.2 Método de cálculo OEE

O cálculo do indicador de eficiência operacional era elaborado através das três componentes do indicador OEE. O indicador, depois de calculadas as três componentes, era determinado através da multiplicação destas.

$$\text{OEE} = \text{Disponibilidade} \times \text{Qualidade} \times \text{Velocidade}$$

**Figura 9:** Fórmula utilizada para o cálculo do indicador OEE no caso de estudo 1

Através da fórmula apresentada na Figura 9, a disponibilidade era calculada usando o tempo de utilização da máquina que era calculado usando todo o tempo que a máquina esteve a trabalhar (sem incluir as paragens programadas e incluindo as paragens não programadas). Depois consideravam-se todas as paragens não programadas e a percentagem da disponibilidade era calculada pelo rácio entre o tempo de funcionamento útil (sem as paragens não programadas) e o tempo de utilização da máquina (com as paragens não programadas) em valores percentuais. A qualidade era calculada sobre a divisão entre os produtos conformes e a produção total em percentagem contabilizando o retrabalho sem diferenciação entre estes e os defeitos.

A velocidade, igualmente em valores percentuais, comparava o real produzido com o total objetivo (calculado através dos tempos de ciclo estabelecidos) fazendo as devidas ações através dos dados fornecidos pelos operadores nas folhas de registo. Todos estes dados eram calculados e armazenados através de um ficheiro excel para cada setor usando as devidas fórmulas em cada componente e indicador (ver Figura 10).

OEE Janeiro													
Fabricação 1_2													
Data	Máquinas	Utilização da linha [min]	Disponibilidade [min]				Qualidade [un]			Velocidade [un]			OEE
			Falha de Abastecimento (Falta de componentes, falta de matéria prima, material embalagem)	Avarias (Máq. Manuais, Ferramentas, Aparelho de testes, Máquinas...)	Setup (mudança de preparação, mudança de ferramenta)	Disponibilidade	Defeitos (produtos rejeitados da linha para reparação)	Retrabalho (Reparações feitas em linha)	Qualidade	Total Objetivo (Soma dos objetivos na Folha de Objetivos Horário)	Total Real Produzido (Soma dos Reais na Folha de Objetivos Horário)	Velocidade	
	227	986,1			38,9	96%	32	12	98%	2542,5	2026	80%	75%

$$\text{Disponibilidade} = \text{IFERROR}(((\text{C9} - \text{SUM}(\text{D9:F9}))/\text{C9});"")$$

$$\text{Qualidade} = \text{IFERROR}(((\text{L9} - \text{SUM}(\text{H9:I9}))/\text{L9});"")$$

$$\text{Velocidade} = \text{IFERROR}((\text{L9}/\text{K9});"")$$

$$\text{OEE} = \text{C9} * \text{J9} * \text{M9}$$

C9- Utilização da linha

D9:F9- Falhas de abastecimento + Avarias + Setup

L9 - Total real produzido  
H9:I9 – Defeitos + Retrabalho

K9- Total objetivo

G9 – Disponibilidade  
J9 – Qualidade  
M9 - Velocidade

**Figura 10:** Método de cálculo OEE usado no caso de estudo 1 (ficheiro excel)

### 3.7.3 Método de análise OEE

Depois de processados todos os dados fornecidos pela folha de registo OEE era feita uma análise de valores, tanto do indicador como das suas componentes, máquina a máquina e peça a peça e eram registados os principais problemas do dia anterior na folha de seguimento OEE (ver Figura 11). Esta folha era colocada nos quadros de cada setor e continha o valor do indicador da semana passada. Todos os dias era colocado o valor do indicador do dia anterior assim como os valores percentuais da disponibilidade, da qualidade e da velocidade e eram identificados os principais problemas e as respetivas ações para a melhoria ou eliminação dos respetivos problemas. A cada ação era associado o colaborador responsável por esta.

				SEGUIMENTO OEE		OEE	
				Pavilhão 1 e 2		Semana anterior	
DATA	Disponibilidade	Qualidade	Velocidade	OEE	PRINCIPAL PROBLEMA (max. 2)	AÇÃO CORRETIVA	Responsável
SEG							
TER							
QUA							
QUI							
SEX							

**Figura 11:** Folha de seguimento OEE

A par do registo diário de valores e problemas era elaborado um plano de ações todas as semanas pelos responsáveis de cada setor. Este plano de ações seguia o ciclo PDCA (ver Figura 12).

Eram elaboradas reuniões semanais para a discussão do plano de ações com os intervenientes com o objetivo de definir o seu estado (P, D, C ou A) e definir prioridades de sequência de ações.

## PLANO DE AÇÕES

FABRICAÇÃO 1/2

SEM 25

#	AÇÃO/ TAREFA	RESPONSÁVEL	DATA PREVISTA	ESTADO
197	Chapa 1280015-02 peça 1230196 Corpo carcaça TL1-92. Veio chapa na medida mas fora de esquadria 2mm. Teve de ser aparada. Reclamar ao fornecedor	João Carvalho	20/03/15	P
273	M124-Fazer proteções laterais balanceê com abertura frontal útil 1600mm.	Rogério Albino	22/05/15	PDCA
293	Chapa 1280015-02 lote 02/15 peça 1230196 Corpo carcaça TL1-92. Chapa fora de esquadria. Obriga a aparar chapa na guilhotina. Reclamar ao fornecedor.	João Carvalho	08/05/15	P
294	Chapa 177119-01 lote 06/15 peça 1830538 Cavidade 18/20. Chapa com muito lixo agarrado. Preciso limpar com lixa em ambas as faces. Reclamar ao fornecedor.	João Carvalho	08/05/15	P

**Figura 12:** Plano de ações

### 3.7.4 Aplicação da metodologia OEE nos setores

#### 3.7.4.1 Conformação e estampagem

O setor de conformação e estampagem era composto por prensas mecânicas, prensas hidráulicas e balancês e era onde se inicia a produção inicial de todas as peças metálicas produzidas na fábrica através de chapa não trabalhada. Aqui eram feitas operações como o corte, conformação e estampagem que dão origem a peças que passariam por outras operações e que eram utilizadas nas linhas de montagem dos produtos, assim como para exportação para outras fábricas, sem passar pela montagem.

A fabricação de componentes ocupava três pavilhões da fábrica separados pela complexidade das peças produzidas. No pavilhão 1 eram produzidas, através de conformação e estampagem peças de menor tamanho e de menor complexidade como forras e puxadores de portas de microondas e no pavilhão 12 da fábrica eram produzidas peças maiores e mais complexas como a carcaça de um micro-ondas ou de um exaustor.





**Figura 13:** Zona de conformação e estampagem (pavilhão 1)

Neste setor (pavilhão 1 e 12) havia um grupo de máquinas que estavam em trabalho contínuo, trabalhando durante os três turnos de trabalho produzindo uma diversidade de peças necessárias diariamente para a montagem na fábrica e semanalmente para a exportação de peças para outras fábricas.

Os processos realizados neste setor eram caracterizados por uma produção sequencial de chapa. Normalmente a chapa passava por várias fases (operações) para a produção de uma peça. A peça só era considerada acabada no setor depois de feitas todas as operações necessárias e só assim estaria pronta para avançar nas operações seguintes em outros setores.

Nas ordens de produção que acompanhavam todas as fases da peça durante a sua produção estavam apresentadas as informações sobre o código e descrição da peça assim como outras informações sobre o componente, a descrição de cada fase e respetiva máquina de produção, o objetivo horário de cada fase, o tempo unitário da gama operatória (produção de todas as fases) e a quantidade que se devia produzir por hora (ver Figura 14).

<b>Ordem de Fabrico Nº:</b> OP15-026119					
<b>Data emissão:</b> 25-09-2015		<b>Data início:</b> 25-09-2015		<b>Data fim:</b> 25-09-2015	
<b>Planificação:</b>					

<b>Código</b> 1630743	<b>Descrição</b> Forra painel MWS 32 BI lx.9	<b>Quantidade</b> 300,00	<b>Código para armazéns</b> 
--------------------------	---	-----------------------------	---

Materiais						
Op.	Quant. Unit.	Código	Plano	Descrição	Quantidade	V. Mat.
10	0,42 Kg	177123-01		AISI430BASB H Vz.2 0,6/620x415	124,50 Kg	RM-330171

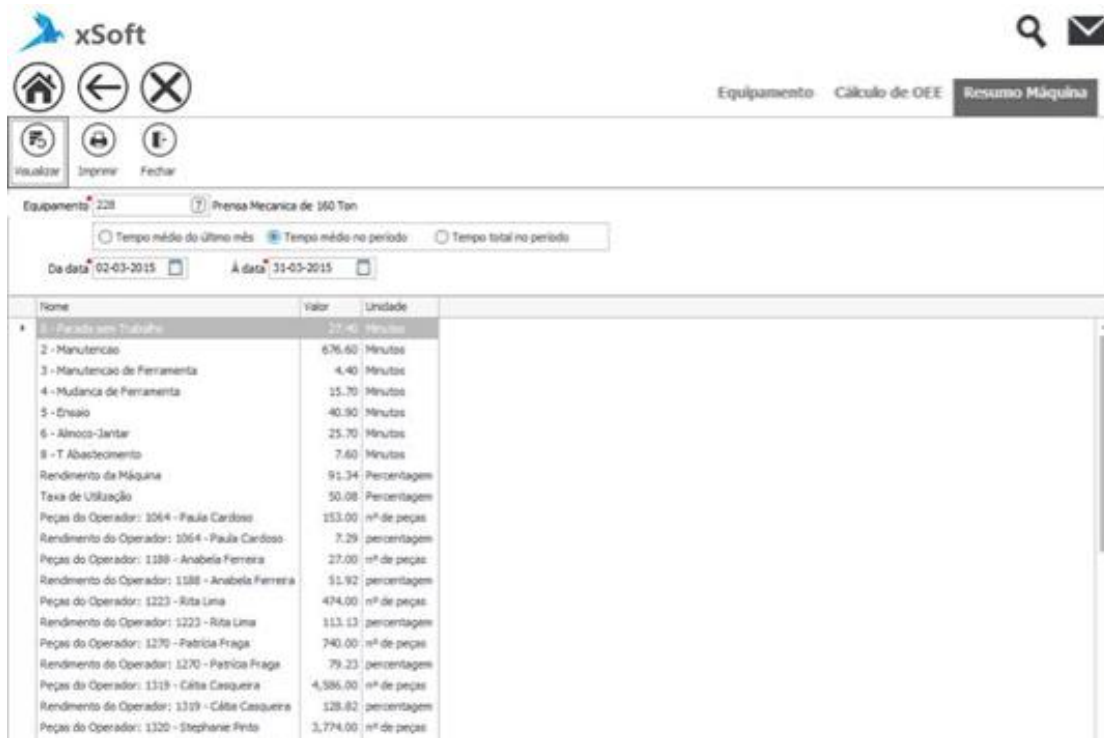
  

Operações - Gama Operatória					Tempos		Nº de peças		
Num.	Descrição	C.Trab.	Ferramenta	Nº Oper.	Prep.	Execução	Boas	Regeit.	Rubrica
16089	Planificar	239	1296	1,00		Tempo Total: 120,00 Quantidade / h: 150,00			
10									
16002	Estampar	228	1297	1,00		Tempo Total: 120,00 Quantidade / h: 150,00			
20									
16009	Estampar-II	227	F-02-0197	1,00		Tempo Total: 120,00 Quantidade / h: 150,00			
30									
16016	Vazar	227	F-02-0198	1,00		Tempo Total: 120,00 Quantidade / h: 150,00			
40									
Tempo Total Ordem Fabrico:		480,00		Tempo Unitário Gama Operatória:		1,60			

**Figura 14:** Ordem de fabrico de operações de conformação e estampagem

Inicialmente o cálculo do OEE começou apenas por um grupo de cinco máquinas responsáveis pela produção de diversas peças destinadas para fabrico interno e externo sendo os recursos mais importantes deste setor (pavilhão 1). Estas máquinas eram prensas mecânicas e hidráulicas (destinadas a peças mais complexas). Este grupo de máquinas possuía um sistema de aquisição de dados manipulado pelo operador que fornecia todos os dados necessários para o cálculo do indicador. Este programa (xSoft) fornecia dados para o cálculo de tempo de utilização, no qual se retiravam todas as paragens programadas, e fornecia o tempo de todas as paragens não programadas para o cálculo da disponibilidade (ver Figura 15). Era possível separar as paragens não programadas por tempo de falhas de abastecimento, avarias e setup. Fornecia, também, o número de peças produzidas e a informação para o cálculo do número de peças que deveriam ser produzidas (teóricas), assim como o número de peças com defeito e o número de peças que estiveram sujeitas a retrabalho (ver Figura 16).

Para a maior parte das restantes máquinas o registo era feito manualmente nas folhas semanais de registo OEE, assim como quando o sistema de aquisição de dados sofria de avaria.



**Figura 15:** Listagem de resumo de máquina para o cálculo da disponibilidade



**Figura 16:** Parte da listagem do rendimento de máquina para cálculo da qualidade e velocidade

Nas imagens anteriormente apresentadas é possível verificar que o software utilizado pela organização conseguia fornecer todos os dados para o cálculo do OEE através da escolha do número do equipamento e do período de trabalho. Este sistema não funcionava em todo o setor 1 e 12, funcionando apenas nas cinco máquinas mais utilizadas do setor 1 e em quatro máquinas do setor 12.

Mais tarde, o software foi desenvolvido para que pudesse fornecer o valor do indicador OEE diretamente através de uma listagem destinada para tal. A ideia era testar nas máquinas já com o sistema de aquisição de dados para mais tarde aplicar ao resto das máquinas do respetivo setor.


Na listagem do OEE era possível escolher a secção, o número da máquina e o período de trabalho como demonstra a Figura 17.



**Figura 17:** Listagem de valores OEE para uma máquina e um período de trabalho

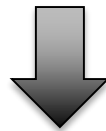
Inicialmente, o cálculo de OEE era feito por máquina individualmente pois eram apenas cinco máquinas. Foi criado um novo ficheiro em que cada separador continha o cálculo do indicador por máquina.

A partir de Janeiro, o cálculo mensal começou a ser feito com valores de todas as máquinas em conjunto mas, também, considerando os valores por máquinas individualmente por dia, semana e mês. Para além disso, as máquinas mais utilizadas eram separadas para se obter o indicador OEE das mesmas visto terem um peso superior no setor por serem as mais utilizadas. O ficheiro excel passou a conter separadores que continham o cálculo mensal por máquina e por dia com médias semanais e mensais (ver Figura 18).



PRENSAS MECÂNICAS M228

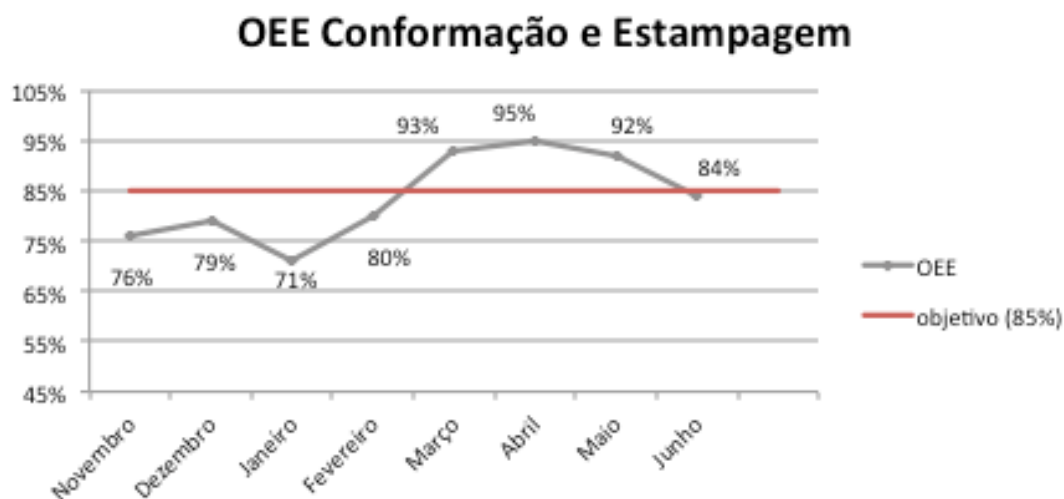
Data	Utilização da linha [min]	Disponibilidade [min]				Qualidade [un]			Velocidade [un]			OEE
		Falha de Abastecimento (Falta de componentes, falta de matéria-prima, material embalagem)	Avarias (Máq. Manualis, Ferramentas, Aparelho de testes, Máquinas...)	Setup (mudança de preparação, mudança de ferramenta)	Disponibilidade	Defeitos (produtos segregados da linha para reparação)	Retrabalho (Reparações feitas em linha)	Qualidade	Total Objetivo (Soma dos objetivos na Folha do Objetivo Horário)	Total Real Produzido (Soma dos Reais na Folha do Objetivo Horário)	Velocidade	
03/11/14	885,8	24	14,4	30,4	92%	43	665	65%	2456,3	2010	82%	49%
04/11/14	903,4	4,5		60,6	93%	77	60	94%	2486,5	2278	92%	80%
05/11/14	849,6	6,4	7,9	98,6	87%	30	298	82%	2124,7	1869	88%	63%
06/11/14	842,5	15,5	44,5	76,9	84%	77	257	74%	1563,4	1274	81%	50%
07/11/14	1170,8			38	97%	37	248	86%	1875,1	2028	108%	90%
10/11/14	1211,1	24,8		48,2	94%	61	148	89%	2022,924	1929	95%	80%
11/11/14	1320,4	21,4	7,3	53,6	94%	95	117	91%	2434,25	2401	99%	84%



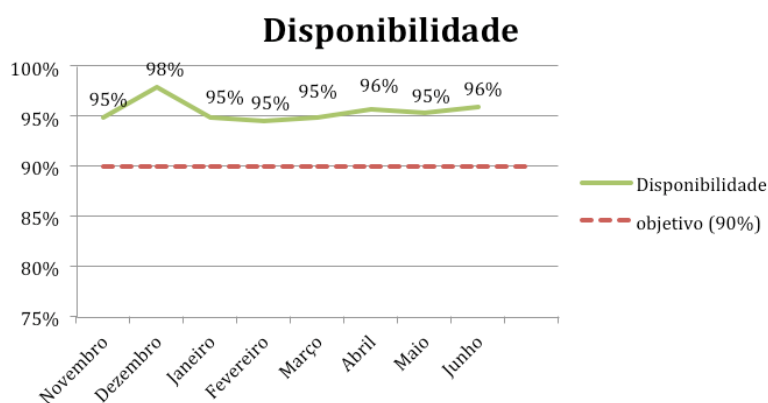
TEKA		OEE Janeiro											
Fabricação 1_2													
Data	Máquinas	Utilização da linha [min]	Disponibilidade [min]				Qualidade [un]			Velocidade [un]			OEE
			Falha de Abastecimento (Falta de componentes, falta de matéria-prima, material embalagem)	Avarias (Máq. Manualis, Ferramentas, Aparelho de testes, Máquinas...)	Setup (mudança de preparação, mudança de ferramenta)	Disponibilidade	Defeitos (produtos segregados da linha para reparação)	Retrabalho (Reparações feitas em linha)	Qualidade	Total Objetivo (Soma dos objetivos na Folha do Objetivo Horário)	Total Real Produzido (Soma dos Reais na Folha do Objetivo Horário)	Velocidade	
06/01/15	227	986,1			38,9	96%	32	12	98%	2542,5	2026	80%	75%
	228	776,5	2,5	22,6	24,1	94%	28	13	98%	2493,75	1821	73%	67%
	239	360,3				100%		10	93%	1663,25	1569	94%	94%
	240	969,3			28,1	96%			100%	2421,486	447	18%	18%
	1017	851,4				100%	182	14	87%	1512,426	1518	100%	87%
	1040	9643,6	2,5	22,6	93,1	97%	242	48	96%	10633,612	7383	69%	65%
	124												#VALUE!
	125	90				100%		2	98%	225	114	51%	50%
	127	270				100%	2	7	98%	675	566	84%	83%
	128	540			95	82%	5	129	57%	552,3	309	56%	26%
	201	1157			37	97%	19		99%	2800	2423	87%	83%
	269	430				100%	7	12	96%	1075	502	47%	45%
	236	150				100%	4		99%	750	434	58%	57%
	228	280				100%		4	93%	700	442	63%	63%
	271	215			15	93%			100%	537,5	929	173%	161%
	189	710				100%	30		98%	1775	1779	100%	99%
	750	675			45	93%		300	33%	1120,5	450	40%	12%
	1044	880			50	94%		2	100%	2075	1213	58%	55%
	1040	5397	0	0	242	96%	67	436	94%	12285,5	9161	75%	67%
	Média Diária do Setor	9040,6	2,5	22,6	333,1	96%	309	505	95%	22918,912	16142	72%	66%

Figura 18: Evolução do ficheiro excel de cálculo OEE

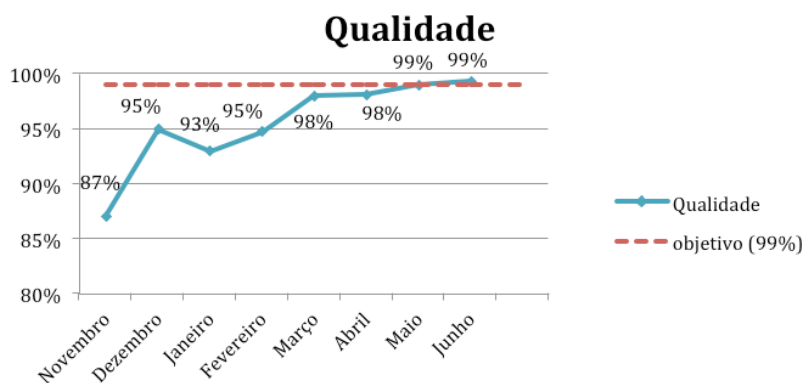
Considerando todos os dados apresentados anteriormente, usando os registos de operadores de máquinas através das folhas elaboradas (Figura 8), a metodologia de cálculo pela fórmula apresentada na Figura 9 e usando o ficheiro apresentado na Figura 10, a evolução do indicador OEE no período de Novembro de 2014 a Junho de 2015 está apresentada nos seguintes gráficos:



**Gráfico 1:** Evolução do indicador OEE no setor de Conformação e Estampagem

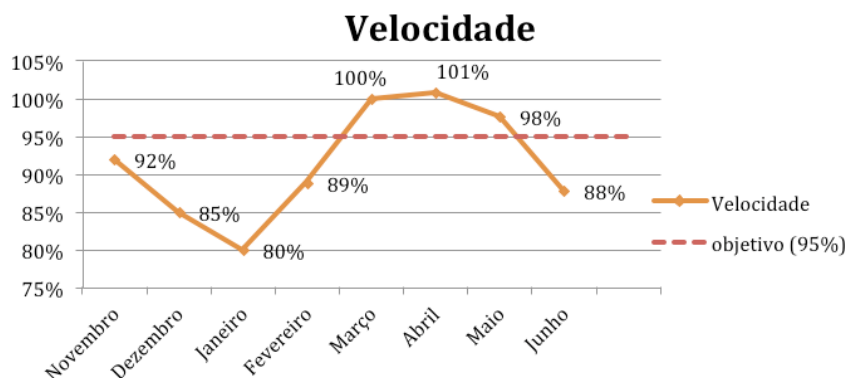


**Gráfico 2:** Evolução da disponibilidade no setor da de Conformação e Estampagem



**Gráfico 3:** Evolução da qualidade no setor da Conformação e Estampagem





**Gráfico 4:** Evolução da velocidade no setor da Conformação e Estampagem

É de fácil percepção que os valores mais oscilantes e que faziam variar o indicador num todo eram os valores de velocidade (ver Gráfico 1 e 4). Ao longo da análise do indicador foram notados bastantes erros em muitos tempos de ciclos teóricos. Isto explica tanto os baixos valores de OEE como os demasiado altos (a cima dos 100%). Para acompanhar este problema foi elaborada uma lista de peças diariamente fazendo uma análise peça a peça em cada máquina com os valores mais desajustados. Os tempos reais que passavam os 100% no que toca à velocidade de produção, eram enviados imediatamente para o Departamento de Métodos e Engenharia para que tomasse conhecimento e iniciassem todo o processo de ajustamento destes. Era, também, feita uma análise dos tempos mais baixos para que se pudesse compreender se seria erro de tempo de ciclo estabelecido ou baixa produtividade (ver Figura 19). Com as peças elaboradas em máquinas com sistema de aquisição de dados foi mais fácil a interpretação deste problema pois era possível consultar a média real mensal dos tempos de ciclo das peças produzidas anteriormente através do código das peças em questão.

Tempos de ciclo pavilhão 1 e 2 (OEE)						
cod. peça	Descrição	Data	Velocidade	Máquina	Ponto de situação	Observações
123249	Pin/A	14/Abr	263%	226		
163066	Envolvente traseira	30/Mar	40%	128		
163249	Supporte fix.comp.painel	09/Abr	200%	279		
163637	Forra ix porta M. SYSTEM XXIV.7	12/Mar	166%	124		
163878	Forra ix porta 32-VIII.6	12/Mar	19%	201		
933306	Forra lower front frame SMEG Canali	18/Mar	116%	124		
933368	Forra ix porta FGE-800 Tekla logo	09/Abr	114%	124		
933501	Forra ix Puxador HS 1P	20/Mar	117%	228		
933501	Forra ix Puxador HS 1P	20/Mar	126%	1017		
933501	Forra ix Puxador HS 1P	29/Mar	171%	227		Planificar (fase 10)
933501	Forra ix Puxador HS 1P	01/Abr	131%	227		Estampar (20)
933501	Forra ix Puxador HS 1P	09/Abr	147%	239		Planificar (fase 10)
933501	Forra ix Puxador HS 1P	09/Abr	120%	228		Estampar (fase 20)
936019	Forra painel HE HX S08 ix.9	16/Mar	131%	239		Vazar (fase 40)
936019	Forra painel HE HX S08 ix.9	30/Mar	120%	389		
936019	Forra painel HE HX S08 ix.9	14/Abr	146%	239		Vazar (fase 40)
936019	Forra painel HE HX S08 ix.9	20/Abr	144%	239		fase 20
936019	Forra painel HE HX S08 ix.9	20/Abr	126%	1017		fase 30
936024	Forra painel HX-715/ HE-535 ME ix.9	16/Mar	164%	239		Vazar (fase 40)
936155	Forra painel HX S09 elz.5	25/Mar	124%	389		
936202	Forra painel HE490 ME elz.5	18/Mar	132%	1017		
936202	Forra painel HE490 ME elz.5	14/Abr	126%	239		Vazar (fase 40)
936227	Forra porta GFEP ix.6 punc	09/Abr	105%	389		
936290	Forra painel HS735 ix.9	25/Mar	111%	228		Estampar/Quinar (20)
936290	Forra painel HS735 ix.9	30/Mar	114%	239		Estampar (30)
936290	Forra painel HS735 ix.9	01/Abr	158%	227		Estampar/Quinar (fase 20)
936290	Forra painel HS735 ix.9	09/Abr	123%	389		
936290	Forra painel HS735 ix.9	13/Abr	120%	389		
936292	Forra painel HS720 elz.5	14/Abr	149%	228		Estampar II (fase 40)
936293	Forra painel HS615 ix.9	13/Mar	129%	389		
936293	Forra painel HS615 ix.9	17/Mar	116%	1017		
936293	Forra painel HS615 ix.9	18/Mar	118%	239		Vazar (fase 50)
936293	Forra painel HS615 ix.9	09/Abr	135%	228		Estampar II (fase 40)

**Figura 19:** Parte da lista elaborada com valores de tempo de ciclos errados na conformação e estampagem

Um outro problema da implementação do indicador OEE foi, sem dúvida, a aceitação e interpretação do mesmo por parte dos operadores. Inicialmente os operadores tinham imensa dificuldade em preencher as folhas de registo, escondendo por vezes alguns problemas. Isto levaria a uma dúvida constante sobre a viabilidade de dados recolhidos para o cálculo do indicador. Este foi um problema que foi bastante melhorado ao longo dos oito meses de estágio com um trabalho de acompanhamento e formação diário no chão da fábrica com os operadores, mas não completamente eliminado.

No que toca à qualidade, é de notar que os operadores começaram a ter outro cuidado nas operações e a cuidada visualização de peças com defeito após a implementação do indicador. A par desta evolução gerou-se confusão em torno do retrabalho. Os operadores colocavam como retrabalho todas as peças que vinham com defeito das fases anteriores o que acabaria por ser irreal e errado pois eram considerados defeitos que não foram notados anteriormente (das fases anteriores). O retrabalho era apenas em relação às peças que estavam sujeitas a operações não mencionadas nas ordens de fabrico após a sua produção. Isto acabaria por pesar na componente da qualidade.

As mudanças de ferramenta eram, também, um problema a resolver de maneira a que não demorassem mais do que dez minutos, pois a maior parte excedia esse tempo. Eram feitas reuniões, regularmente, com todos os intervenientes (Lean e Produção) de maneira a indicar as melhores práticas. Depois de filmadas e analisadas algumas mudanças de ferramenta por parte do departamento de Lean Production foram, também, construídas bases de apoio para ferramentas e utensílios necessários para a mudança de uma ferramenta de maneira a que ficassem mais perto das máquinas sem que houvesse transportes desnecessários de objetos e pessoas.

#### **3.7.4.2 Soldadura**

Neste setor eram feitas operações de soldadura de carcaças para as linhas de montagem de microondas e exaustores. Soldavam-se vários conjuntos de peças produzidas na conformação e estampagem. Em relação às carcaças de microondas e fornos as peças produzidas na soldadura iam diretamente para as linhas e estavam prontas para a montagem enquanto que para os exaustores, as peças passavam ainda pela pintura.

Este setor tinha duas zonas de soldadura, uma no pavilhão 3 juntos às linhas de montagem de microondas e no pavilhão 12 onde se faziam as carcaças de exaustores mais perto das linhas de montagem destes.





**Figura 20:** Zona de soldadura ( carcaças de 38 litros)



**Figura 21:** Zona de produto acabado da soldadura para abastecimento de linhas de microondas

**Teka Portugal, S.A.**  
**Ficha de Acompanhamento**

**Página 1**  
**03-09-2015**  
**17:02:43**

---

**Ordem de Fabrico Nº:** OP15-016516  
**Data emissão:** 30-06-2015    **Data início:** 29-06-2015    **Data fim:** 01-06-2015    **Planificação:**

---

Código	Descrição	Quantidade	Código para armazém
1860081	Carcaca 18-BI Inox 430	242,00	

---

Materiais						
Op.	Quant. Unit.	Código	Plano	Descrição	Quantidade	V. Mat.
10	1,00 UN	173489	173489-f	Flange da Cavidade 17L-G	242,00 UN	RM-320835
10	1,00 UN	1830142		Guia onda (Peca A) 18/20-II	242,00 UN	RM-320835
10	1,00 UN	1830143	1830143-a	Guia onda (Peca B) 18/20-II	242,00 UN	RM-320835
10	1,00 UN	1830536	183370	Tampa cavidade 18/20-430	242,00 UN	RM-320835
10	1,00 UN	1830538	183375	Cavidade 18/20-430	242,00 UN	RM-320835
10	1,00 UN	1830539	183374	Frente 18/20-430	242,00 UN	RM-320835
10	1,00 UN	1830541	183631	Traseira 18-BI 430	242,00 UN	RM-320835
10	1,00 UN	183379	183379-d	Reflector 18/20	242,00 UN	RM-320835
10	1,00 UN	183381		Garra termostato 18/20	242,00 UN	RM-320835

---

Operações - Gama Operatória					Tempos		Nº de peças		
Num.	Descrição	C.Trab.	Ferramenta	Nº Oper.	Prep.	Execução	Boas	Regeit.	Rubrica
17089	Retirar Plástico-Cavidade	800004		1,00		Tempo Total: 1.526,26 Quantidade / h: 89,55			
10									
18032	Dobrar Cav.+ Sold.Flange	2221	711	1,00		Tempo Total: 842,86 Quantidade / h: 162,16			
20									
18033	Soldar (T.Cav.)+Cavidade	2222	1028;1029	1,00		Tempo Total: 1.139,00 Quantidade / h: 120,00			
30									
18035	Soldar frente	211	1030	1,00		Tempo Total: 1.025,10 Quantidade / h: 133,33			
40									
18075	Soldar Guia onda	2223	1219;1220	1,00		Tempo Total: 1.047,88 Quantidade / h: 130,43			
50									
17057	Retirar Plástico Traseira	800001		1,00		Tempo Total: 1.503,48 Quantidade / h: 90,91			
60									
18037	Soldar traseira	2224	1048;1032	1,00		Tempo Total: 911,20 Quantidade / h: 150,00			
70									

**Figura 22:** Ordem de produção de soldadura

No setor de soldadura todos os registos eram feitos, manualmente, nas folhas de registo apresentadas anteriormente na Figura 8. Enquanto que na conformação e estampagem era calculado o valor do indicador por fase, na soldadura o mesmo não aconteceu visto que a produção era feita de forma consecutiva e pelo mesmo operador considerando o tempo de ciclo de todas as fases como objetivo. Isto não acontecia em todas as máquinas e zonas de soldadura.

Inicialmente começou-se por calcular os indicadores das máquinas mais utilizadas separadas por tipo de carcaça acabando por implementar em todo o resto das máquinas fazendo as devidas alterações conforme os métodos de produção e ocupação das máquinas. Os processos de soldadura foram definidos da seguinte forma:

**Tabela 2:** Processos de soldadura

<b>Processo</b>	<b>Descrição</b>	<b>Máquinas (M)/ Centro de trabalho (C) e respectivas operações</b>
<b>FV</b>	Processos de soldadura de peças para carcaças para as linhas de montagem de Forno a Vapor.	M1002: Posicionar e soldar (fase 10) M787: Dobrar cavidade U-L-32 (fase 20) M789: Grapear traseira (fase 30) M1010: Soldadura da carcaça por roletes (fase 40) M1012: Vedar cantos (fase 50)
<b>18/20L</b>	Processos de soldadura de componentes para a produção de carcaças para micro-ondas 18/20 litros.	C800004: Retirar plástico cavidade (fase 10) M2221: Dobrar cavidade e soldar flange (fase 20) M2222: Soldar cavidade + tampa (fase 30) M211: Soldar frente (fase 40) M285: Soldar guia onda á cavidade (fase 50) C800001: Retirar plástico traseira (fase 60) M268 + M246 : Soldar traseira (fase 70) M273: Polir frente (fase 80)
<b>38L</b>	Processos de soldadura de peças para as carcaças de micro-ondas de 38 litros.	M787: Dobrar cavidade U-L-32L (fase 20) M788: Soldar guia de onda-flange-32L (fase 30) M789: Grapear traseira (fase 40)
<b>Soldadura guia onda</b>	Soldadura por pontos da guia de onda dos micro-ondas de 38 litros. Processo considerado independente pois era feito por lotes não sendo o mesmo operador da produção das carcaças destinadas.	M209: soldadura por pontos da guia de onda (fase 10 da ordem de fabrico das carcaças de 38 litros)


De acordo com a Tabela 2, o cálculo do OEE foi iniciado. Mais tarde o indicador foi implementado no resto das máquinas de soldadura existentes na fábrica e notou-se que haviam operações que influenciavam a eficiência de alguns processos. Por exemplo, a fase 60, 70 e 80 da soldadura de carcaças de 18/20 litros usavam uma máquina comum à soldadura de carcaças de exaustores. Então começou-se a considerar os processos da seguinte maneira a partir de Março de 2015 (um mês após a implementação do indicador neste setor):

**Tabela 3:** Reformulação de processos para o cálculo OEE na soldadura

<b>Processos</b>	<b>Descrição</b>	<b>Máquinas (M)/ Centro de trabalho (C) e respectivas operações</b>
<b>38L</b>	Sem alterações.	Sem alterações.
<b>FV</b>	Sem alterações.	Sem alterações.
<b>Etapas 1 (18/20L)</b>	A produção era feita apenas até à operação de soldar guia de onda à cavidade por um operador. Esta fase podia ser feita por um ou dois operadores pois a fase 2 era menos demorada que a primeira e o operador da fase 2 equilibrava a produção da fase 1.	C800004: Retirar plástico cavidade (fase 10) M269: Dobrar cavidade e soldar flange (fase 20) M2222: Soldar cavidade + tampa (fase 30) M211: Soldar frente à cavidade (fase 40) M285: Soldar guia onda à cavidade (fase 50)
<b>Etapas 2 (18/20L)</b>	A segunda operadora da soldadura das carcaças 18/20 litros apenas começa por retirar plástico da traseira. Esta fase era normalmente feita por um operador.	C800001: Retirar plástico da traseira (fase 60) M268 + M246: Soldar traseira (fase 70) M273: Polir frente (fase 80)
<b>Exaustores</b>	Esta máquina está também incluída na fase 2 das carcaças 18/20 litros mas o processo tem tempos de ciclos diferentes para cada uma das carcaças e a soldadura de exaustores apenas precisava desta máquina.	M268: Soldar exaustores GFH (fase 10)
<b>Soldadura guia de onda</b>	Sem alterações.	Sem alterações.

Para além destes processos e máquinas eram consideradas mais cinco máquinas destinadas a processos de soldadura que eram máquinas independentes e apenas com uma operação em que o cálculo do indicador se tornava mais simples e direto. Para estas cinco máquinas e para todas as máquinas que trabalhavam de forma independente (máquina 209) era usada a folha de registo normal enquanto que para a soldadura que tinham mais que uma operação em diferentes máquinas era

adicionada uma folha de objetivo horário usada nos processos de soldadura de Forno a Vapor, Etapa 1 e Etapa 2 dos microondas de 18/20 litros (ver Figura 23) onde já iria a informação do objetivo horário dependendo do tipo de soldadura onde eram registados os dados destinados ao cálculo da componente Velocidade:



**Controlo Produção**  
 Soldadura

Semana: \_\_\_\_\_

**Objetivo Horário** (unidades/hora)

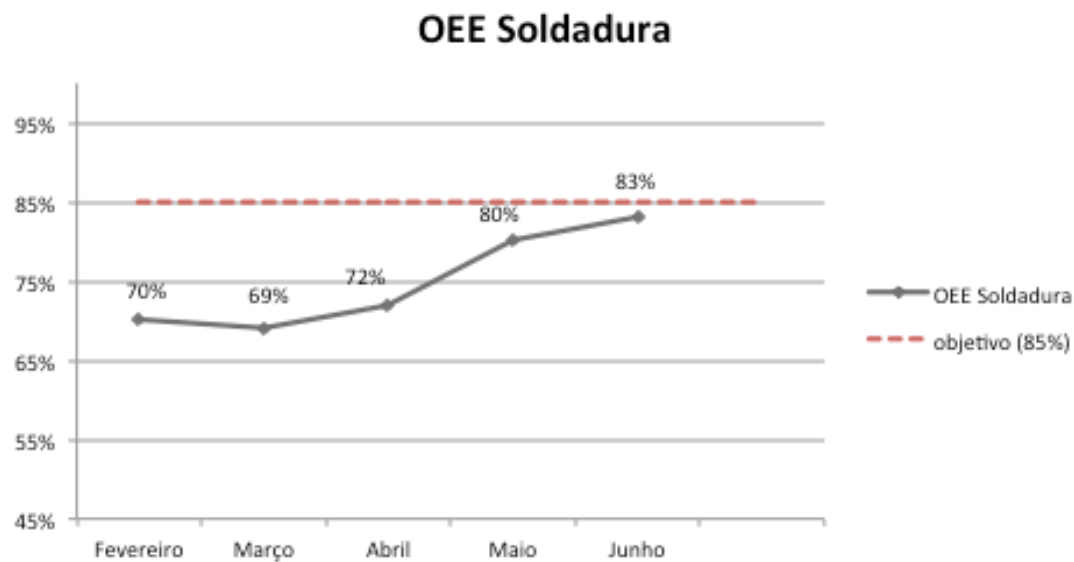
Modelo	1 operador	2 operadores	3 operadores	4 operadores
Forno Vapor	5	10	15	20
38L	10	20	30	40
18/28L (Fase 1)	24	48	72	96
18/28L (Fase 2)	42	84	126	168
exaustores	60	120	180	240

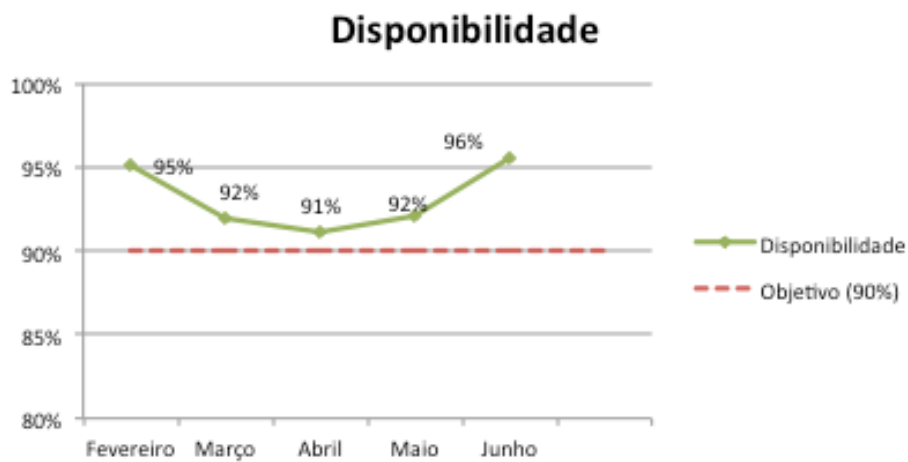
Controlo Horário	Segunda		Terça		Quarta		Quinta		Sexta	
	Obj. / Real	Var	Obj. / Real	Var	Obj. / Real	Var	Obj. / Real	Var	Obj. / Real	Var
8:30-9:30										
9:30-10:30										
10:30-11:30										
11:30-12:30										
12:30-13:30										
13:30-14:30										
14:30-15:30										
15:30-16:30										
16:30-17:30										
Total										
Observações										

**Figura 23:** Folha de registo de produção hora a hora da soldadura

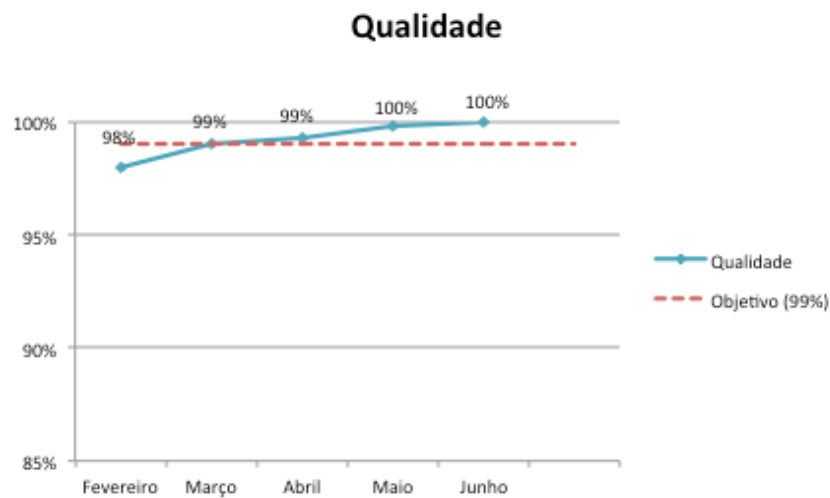
Conforme os dados apresentados em cima, os resultados expressos através do indicador OEE e das suas componentes foram os seguintes:



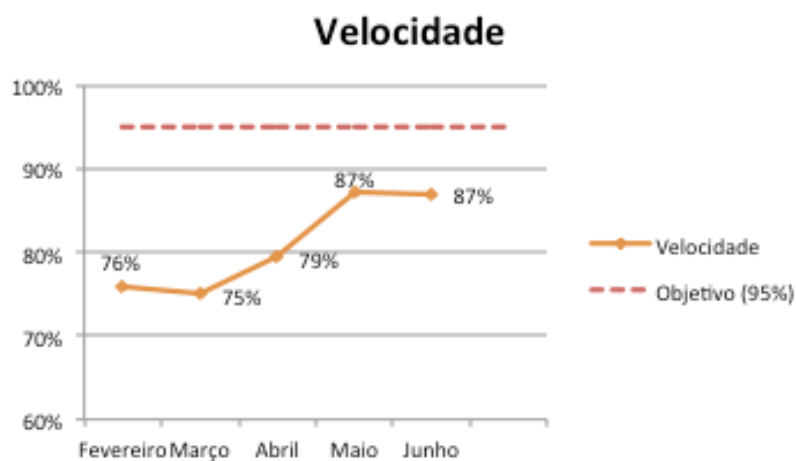
**Gráfico 5:** Evolução do indicador OEE na Soldadura



**Gráfico 6:** Evolução da disponibilidade na Soldadura



**Gráfico 7:** Evolução da qualidade na Soldadura



**Gráfico 8:** Evolução da velocidade na Soldadura

Este setor foi um dos mais controversos na implementação do indicador OEE pois os métodos de trabalho não eram os mais corretos podendo estar a originar falta de produtividade e, conseqüentemente, baixa eficiência operacional. Visto que esta produção estava diretamente ligada ao abastecimento das linhas de montagem era necessário a constante resposta para as mesmas. Como inicialmente os operadores não tinham um método de trabalho definido foram encontrados alguns erros durante a implementação e monitorização do indicador. Os erros detetados foram os seguintes:

- Os operadores, em geral, efetuavam a fase 10 e a fase 60 (Retirar plástico das peças) durante a produção em lotes demasiado grandes sem prosseguir o resto da produção, ficando demasiado tempo apenas a retirar plástico o que fazia com que o objetivo horário não

fosse cumprido. O mesmo acontecia em todas as produções dos diferentes produtos referentes a este setor (1);

- As operações referentes ao retirar plástico na soldadura das carcaças de 38 litros não vinham contempladas nas ordens de fabrico referentes (2);
- Não havia ordem na produção de carcaças de 18/20 litros e por isso foram separadas por fases para que o indicador refletisse, da melhor forma, a realidade (3),
- As máquinas menos usadas, principalmente as de soldadura de carcaças para exaustores, como eram pouco utilizadas careciam de um elevado tempo de manutenção e mudança de ferramenta e por consequência era elevado o desperdício de peças para a elaboração de testes iniciais (4).

Todos os erros detetados tinham uma grande influência no indicador OEE sendo expressos através da componente da velocidade e falhavam na resposta às linhas de montagem. No que toca ao erro 3, este tinha também influência na disponibilidade das máquinas, pois não produzindo de maneira sequencial seriam necessárias mais mudanças de ferramenta. Já em relação ao erro 4, este afetava as três componentes do indicador, pois perdia-se disponibilidade das máquinas de soldadura por manutenção de ferramenta e setup e para além disso, influenciava a componente da qualidade, produzindo mais defeitos devido aos ensaios destrutivos iniciais.

Durante todo o estágio, foi dada formação aos operadores sobre os melhores procedimentos a adoptar. Depois de detetar estes erros começaram a ser implementados métodos como:

- As fases de retirar plástico eram feitas no máximo até a capacidade de um carro de abastecimento (16 carcaças), ou seja, apenas se retirava plástico ao número de peças necessárias para fabricar as respetivas carcaças;
- A informação de falta de fases nas ordens de fabrico foi fornecida ao Departamento de métodos e engenharia para que fosse reformulada a ficha de acompanhamento de produção;
- Foi reformulado o método de produção das carcaças de 18/20 litros de forma a que houvessem sempre dois operadores neste processo (um em cada fase) para que a produção fosse seguida. Como a fase 2 tinha um menor tempo de ciclo para a sua produção, o operador desta fase ajudava o operador da fase 1, dobrando o objetivo horário no período de tempo respetivo descrito nas folhas de registo.
- O departamento de manutenção foi informado sobre os problemas de máquinas encontrados e houve uma maior preocupação em efetuar manutenções preventivas de maneira mais rotineira nas respetivas máquinas.

Todos os procedimentos anteriores tiveram um forte impacto sobre o indicador OEE conseguindo melhorá-lo principalmente na componente da velocidade (ver gráfico 8) e disponibilidade (ver gráfico 6).

No que toca à qualidade, os defeitos nunca foram um ponto de influência do indicador de eficiência do setor sendo apenas os defeitos provenientes dos testes das máquinas, ou seja, dos ensaios destrutivos.

### 3.7.4.3 Serigrafia

Na serigrafia as peças a serigrafar vinham diretamente do setor da conformação e estampagem. Neste setor eram feitas todas as operações de serigrafia e tampografia tanto para peças a usar nas linhas de montagem da fábrica como para peças destinadas à exportação. Os processos deste setor estão descritos na seguinte tabela:

**Tabela 4:** Processos da serigrafia

Processo	Descrição	Máquinas (M) / Centros de trabalho
<b>Peças para exportação</b>	Neste processo eram efetuadas todas as produções de peças destinadas à exportação principalmente para a fábrica da Teka em Saragoça. As peças que chegavam da conformação e estampagem eram desplastificadas e eram serigrafadas e colocadas no estendal para a secagem durante o primeiro turno para o dia seguinte. Estas operações eram elaboradas por 2 ou 3 operadores. O operador do segundo turno plastificava e embalava as peças feitas no dia anterior. Estas duas fases de processo tinham ordens de fabrico diferentes.	Mesa de serigrafia Estendais Banca para plastificação
<b>Serigrafia interna</b>	Neste processo eram serigrafadas as peças que seguiam para o setor de colagem. Era feita a serigrafia de forras ( peças que eram necessários processos de retirar o plástico) e de outros componentes externos como painéis de acrílico para os botões das portas dos microondas. Esta operação era elaborada por 1 ou 2 operadores	M288 M289
<b>Tampografia</b>	Neste processo era feita a tampografia de peças plásticas fornecidas por fornecedores externos para as linhas de montagem de exaustores. Este processo era elaborado por 1 operador.	M256 M757





Figura 24: Zona de estendais da serigrafia



Figura 25: Zona de máquinas da serigrafia



**Teka Portugal, S.A.**  
**Ficha de Acompanhamento**

Página 1  
03-09-2015  
17:23:23






<b>Ordem de Fabrico Nº: OP15-019395</b>									
Data emissão: 30-06-2015		Data início: 30-06-2015		Data fim: 30-06-2015		Planificação:			
<b>Código</b> 1630078	<b>Descrição</b> Forra ix painel 32-LIV.6 SMEG			<b>Quantidade</b> 240,00	<b>Código para armazéns</b> 				
Materiais									
Op.	Quant. Unit.	Código	Plano	Descrição	Quantidade	V. Mat.			
10	1,00 UN	1630077		Forra ix painel 32-LIV.6	240,00 UN	RM-320385			
Operações - Gama Operatória					Tempos		Nº de peças		
Num.	Descrição	C.Trab.	Ferramenta	Nº Oper.	Prep.	Execução	Boas	Regelt.	Rubrica
16045	Retirar plástico	800001		1,00		Tempo Total: 72,00			
10						Quantidade / h: 200,00			
16088	Serigrafar (Máquina)	1018		1,00		Tempo Total: 120,00			
20						Quantidade / h: 120,00			
16050	Evacuação estufa	1019		1,00		Tempo Total: 24,00			
30						Quantidade / h: 600,00			
Tempo Total Ordem Fabrico:		216,00		Tempo Unitário Gama Operatória:		0,90			

Figura 26: Ordem de produção da serigrafia

Inicialmente foi entregue uma folha de registo (ver Figura 8), que era elaborada manualmente, por máquina. Logo após a implementação notou-se que não seria a melhor forma de acordo com os processos descritos anteriormente na Tabela 4 e que o indicador não transmitia a realidade destas produções gerando muita confusão nos registos das folhas.

Este setor foi sofrendo alterações contínuas durante o processo de implementação do indicador de acordo com os métodos de trabalho no setor. Por fim, o cálculo era feito consoante as seguintes considerações:

**Tabela 5:** Máquinas e centros de trabalho e respetivas operações ajustadas para o cálculo do indicador OEE na serigrafia

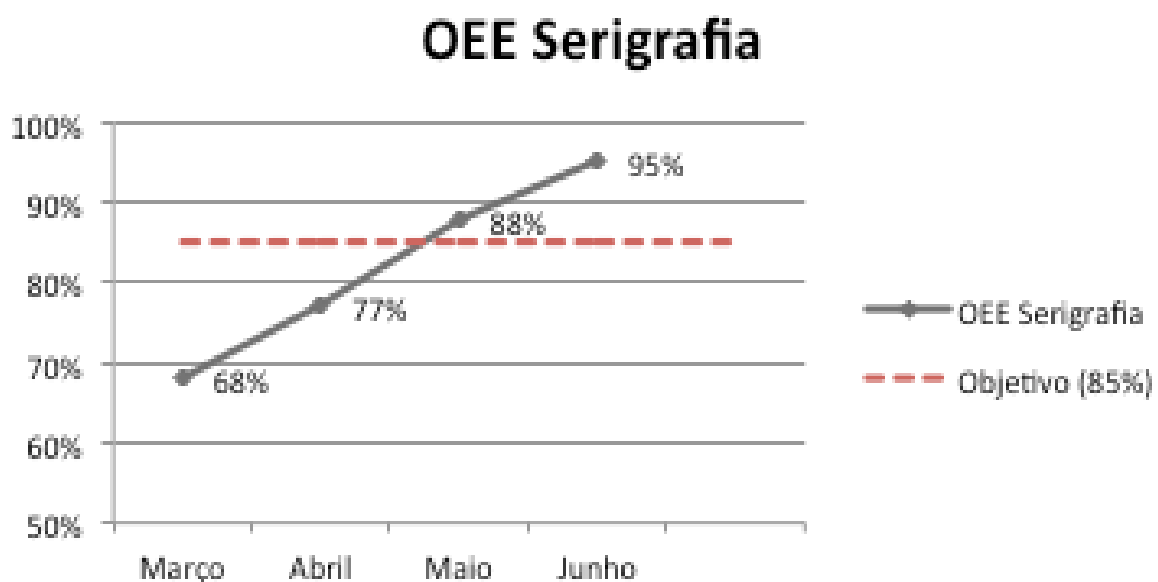
Processos	Operações	Descrição
<b>Peças para exportação</b>	Mesa Serigrafia	Neste processo foram consideradas 3 operações diferentes para o cálculo do indicador OEE pois eram processos elaborados por diferentes operadores e não de forma sequencial. Cada operação tinha uma folha diferente de registo
	Retirar plástico + Evacuar estufa	
	Plastificar e embalar	
<b>Tampografia</b>	M256	No processo de Tampografia cada máquina tinha uma folha de registo respetiva. Estas máquinas eram apenas utilizadas por uma operadora.
	M257	
<b>Serigrafia interna</b>	M288	Na Serigrafia interna, a mesma operadora usava as duas máquinas que tinham folhas de registo diferentes. Poderia ter um operador a retirar o plástico das peças se assim fosse necessário.
	M289	

Para o apoio do registo de produção e para o cálculo do indicador de eficiência operacional foi elaborada uma tabela de tempos e objetivos de acordo com os tempos teóricos estabelecidos para que colocassem de acordo com o que estariam a fazer em todos os momentos de produção. Adicionalmente foi colocado um campo de registo para a quantidade de operadores na folha de registo OEE (ver Figura 27).

Folha OEE (quantidade teórica)		
	Objetivo	
	min/peça	peça/min
1- Retirar plástico	0,3	3,33
2- Serigrafar	0,5	2
3- Evacuar estufa	0,1	10
4- Tampografar	0,45	2,22
5- Plastificar	0,5	2
6- Embalar	0,1	10
1+2+3	0,9	1,11
1+2	0,8	1,25
2+3	0,6	1,66
1+3	0,4	2,5
5+6	0,6	1,66
valores a colocar na folha OEE		

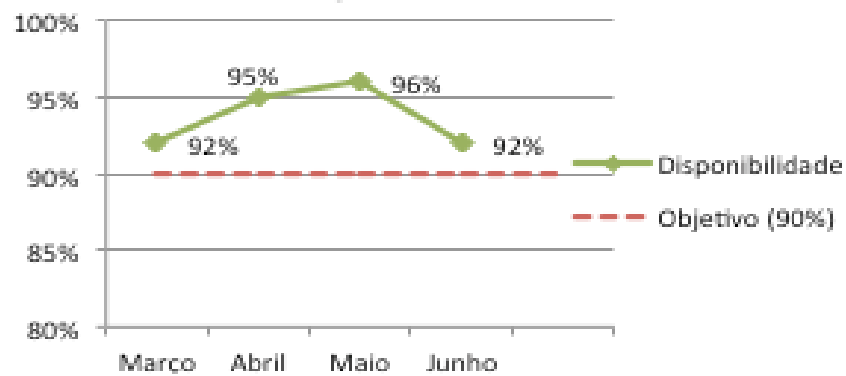
**Figura 27:** Folha de apoio ao registo OEE na serigrafia

De acordo com todas as alterações feitas durante a implementação e análise do indicador OEE a evolução deste foi a seguinte:



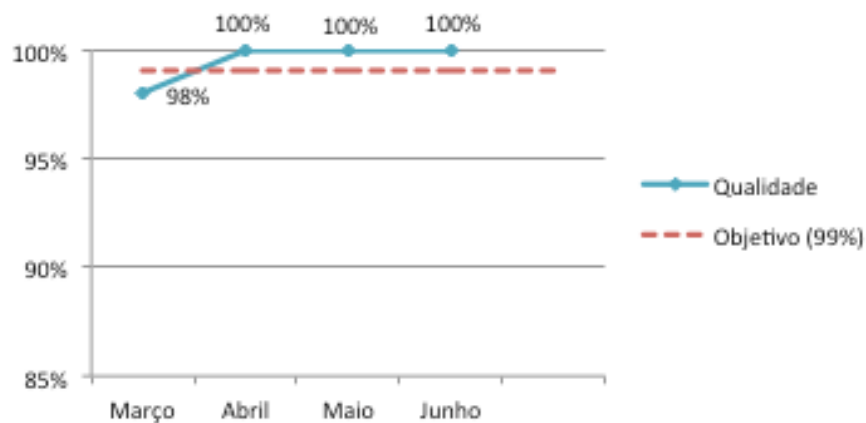
**Gráfico 9:** Evolução do indicador OEE na serigrafia

## Disponibilidade



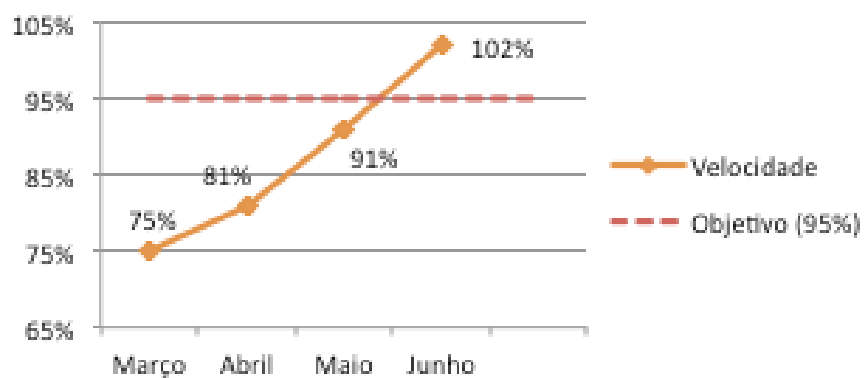
**Gráfico 10:** Evolução da disponibilidade na serigrafia

## Qualidade



**Gráfico 11:** Evolução da qualidade na serigrafia

## Velocidade



**Gráfico 12:** Evolução da velocidade na serigrafia

De acordo com os gráficos e a evolução do OEE verificou-se que o crescimento deste indicador se deveu à velocidade de produção (ver Gráfico 9 e 12). Inicialmente, quando os métodos não estavam organizados como anteriormente descritos, os diferentes processos acabavam por tapar os problemas uns dos outros e os valores percentuais mais elevados equilibravam os valores mais baixos. Com o desenvolver do método de cálculo e separação de processos conseguiu-se uma visualização mais real do indicador por processos e os seus respetivos problemas podendo ir ao detalhe de cada um. Apenas depois disto, foi possível notar os tempos teóricos errados. O principal problema de velocidade acontecia no processo de tampografia em que os valores de velocidade excediam, quase sempre, os 100%. Um dos principais problemas deste setor eram os tempos de ciclo teóricos estabelecidos. Muitos deles estavam totalmente errados e eram afetados pela operação “evacuar estufa” pois existia apenas uma estufa que era utilizada por todos os processos afetando a disponibilidade de uso para cada um sem que se conseguisse transparecer nessa componente do indicador OEE.

Outro grande problema eram os métodos de produção de acordo com a necessidade. As operadoras deslocavam-se entre processos de acordo com a necessidade de linhas ou por peças que chegavam ao setor não conformes. Tudo isto fazia com que as operações não fossem feitas sempre da mesma forma e sempre com o mesmo número de operadores o que gerava confusão no registo de dados para o cálculo da eficiência operacional assim como no respetivo cálculo e análise.

Em relação à disponibilidade esta afetava o indicador quando as máquinas menos utilizadas eram utilizadas apenas para uma produção que demorava pouco tempo, em que o setup demorava quase o mesmo tempo que a própria produção (entre os 20 e os 40 minutos).

Este setor foi o mais complicado de gerir a nível de melhorias, apesar da “falsa” evolução do indicador. Após todas as melhorias de cálculo implementadas era necessário a reformulação de todos os tempos de ciclo por parte do departamento de métodos e engenharia e, também, um estudo aprofundado sobre o método de trabalho no setor.

O indicador OEE, neste caso, serviu para identificar e compreender todos os problemas existentes, visto ser um processo mais complexo com mais recursos necessários e com vários operadores na produção utilizando os mesmo recursos e dependente da produção anterior de conformação e estampagem num dos processos mais influentes e complexos de cálculo da eficiência operacional: as peças para exportação.

#### **3.7.4.4 Colagem**

Neste setor era efetuada a colagem de peças para abastecimento das linhas de montagem. Aqui eram coladas as componentes das portas e dos painéis de cada produto: gavetas, microondas de 18/20 litros, microondas de 38 litros, Forno a Vapor, microondas de 22 litros (FBI), exaustores e placas.



<b>Ordem de Fabrico Nº: OP15-019394</b>					
Data emissão: 30-06-2015		Data início: 30-06-2015		Data fim: 30-06-2015	
Planificação:					

<b>Código</b> 166917	<b>Descrição</b> Ap.com. MGT SMEG col.	<b>Quantidade</b> 240,00	<b>Código para armazéns</b> 
-------------------------	---	-----------------------------	---

Materiais						
Op.	Quant. Unit.	Código	Plano	Descrição	Quantidade	V. Mat.
10	1,00 UN	1630075	1630075	Vidro painel transp-VII	240,00 UN	RM-320384
10	1,00 UN	1630078		Forra ix painel 32-LIV.6 SMEG	240,00 UN	RM-320384
10	1,00 UN	166003		Estrutura apoio comando 32	240,00 UN	RM-320384
10	1,00 UN	166134		Placa C-I estrutura 32	240,00 UN	RM-320384
10	2,00 UN	166135	166135-a	Placa C-II estrutura 32	480,00 UN	RM-320384

Operações - Gama Operatória					Tempos		Nº de peças		
Num.	Descrição	C.Trab.	Ferramenta	Nº Oper.	Prep.	Execução	Boas	Regeit.	Rubrica
16031	Colagem Painel MW-32L	768		1,00		Tempo Total: 442,51			
10						Quantidade / h: 32,54			
Tempo Total Ordem Fabrico:		442,51		Tempo Unitário Gama Operatória:		1,84			

**Figura 28:** Ordem de produção da colagem

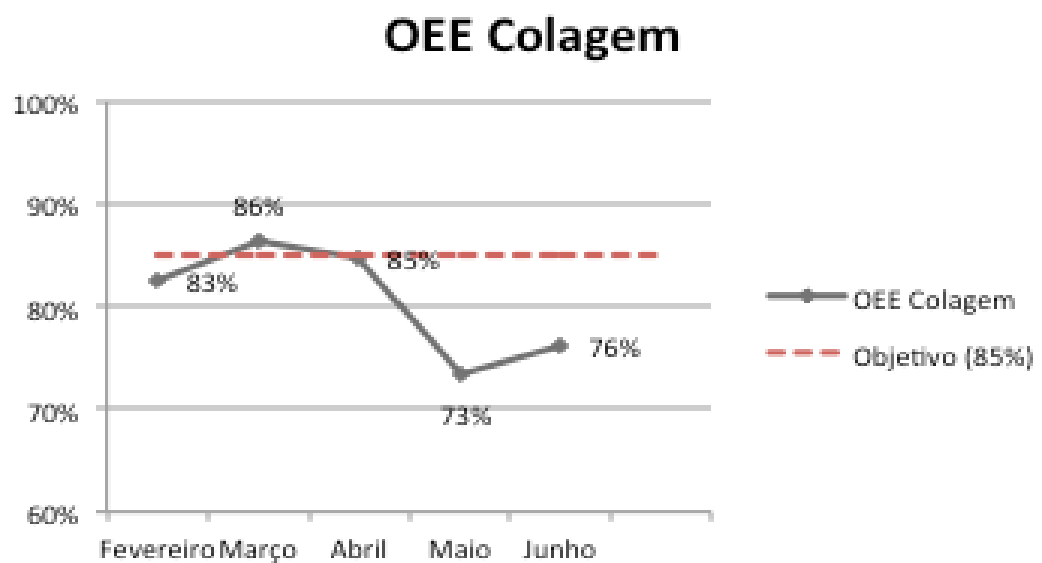
Para o cálculo do indicador OEE, na colagem, os processos foram separados por produtos e por cada posto de trabalho da seguinte forma:

**Tabela 6:** Número de postos de trabalho no setor da colagem

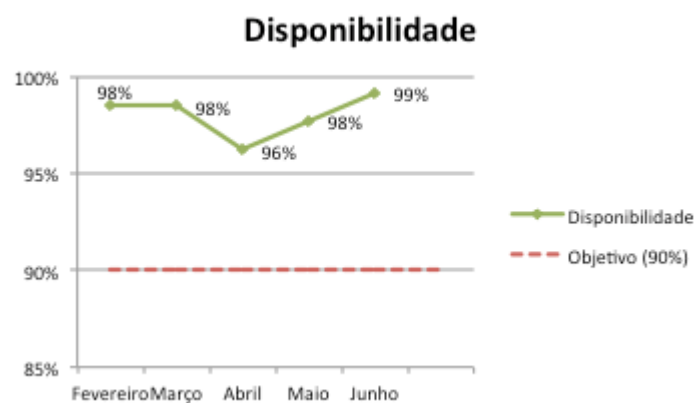
Processos	Número de postos
Microondas 18/20 litros	2
Gavetas	1
Exaustores	1
Aros	1
FBI	2
Microondas 38 litros	1
Portas	1
Placas	1

Pela Tabela 6 e existindo uma folha por posto e operador, diariamente, eram recolhidas dez folhas de registo OEE para cálculo do mesmo (número de postos de trabalho). A colagem dos Aros era o único processo que, quase sempre, era efetuado por dois operadores. Neste setor o cálculo do indicador era feito de forma simples, pois quase todos os processos tinham apenas uma fase e um operador.

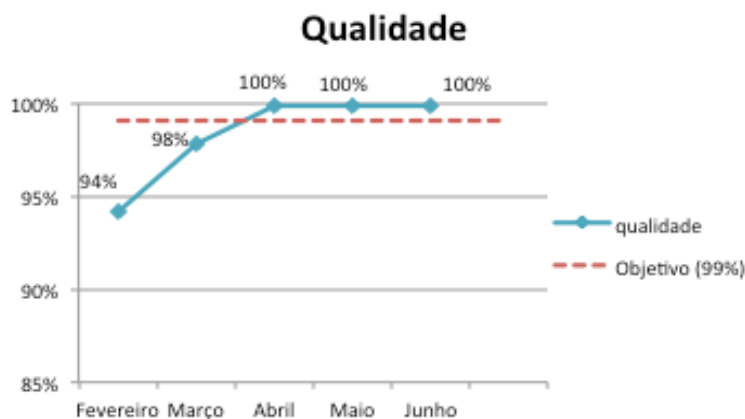
A evolução da eficiência operacional do setor da colagem expressa-se pelos seguintes gráficos:



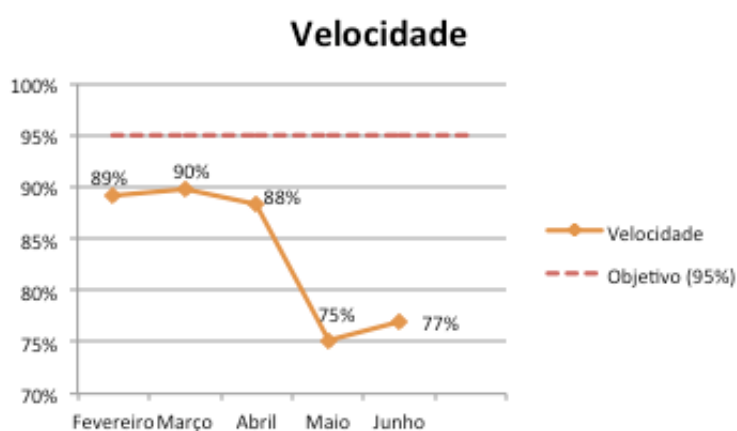
**Gráfico 13:** Evolução do indicador OEE na colagem



**Gráfico 14:** Evolução da disponibilidade na colagem



**Gráfico 15:** Evolução da qualidade na Colagem



**Gráfico 16:** Evolução da velocidade na Colagem

Através dos gráficos, mais um vez se repara, que o indicador refletia a componente de velocidade (ver Gráfico 13 e 16). Durante este período de implementação e análise da eficiência operacional notou-se alguma falta de dados importantes nos registos OEE. Os operadores deste setor raramente colocavam o tempo que demoravam a abastecer cada preparação. O abastecimento era um grande problema neste setor, porque apesar de muitas vezes ser “escondido” ele não fazia parte das ordens de fabrico das peças a colar. Por consequência, o tempo de abastecimento estaria dentro do tempo de produção, o que explica os baixos valores de velocidade. O seu decréscimo era originado pelo início do registo de abastecimento por parte dos operadores depois de alguma insistência. Com isto foi necessário a informação, mais uma vez, ao Departamento de Métodos e Engenharia para a reformulação de tempos e operações (fases) incluídas nas ordens de fabrico. O grande problema nos tempos de ciclo teóricos eram os tempos acíclicos (funcionamento do robot) em que os operadores faziam outros processos durante estes. Para além disto, haviam operações que não tinham ordem de fabrico, principalmente na colagem de aros. Houve uma preocupação por parte do departamento responsável e a reformulação de tempos e tarefas foi iniciada (ver Figura 30). Tal como nos outros setores, eram registados, diariamente, os valores de



velocidade mais baixos e mais altos, originando uma lista de peças com fim à sua observação e cronometragem de novos tempos.

<div>  <div>Tempos de ciclo colagem (OEE)</div> </div>					
cod. peça	Descrição	Data	Velocidade	Observações	Ponto de situação
166001	Aro suporte porta P.472	13/Mar	-	Não tem roteiro	Concluído
166418	Ap.com.MGT-II CENTAZZO PR col.	12/Mar	118%	colagem 38L	Concluído
166487	Ap.com. MGT M. SYSTEM col.	12/Mar	118%	colagem 38L	Concluído
946529	Frontal porta GA-14 LAMONA H=60 col.	27/Mar	117%		Concluído
1660349	Ap.com. KAG EDG6550.01 col.	12/Mar	118%	colagem 38L	Concluído
1760069	Fr. porta MW22-L CENTAZZO Col.	12/Mar	139%		Concluído
1760128	Fr. porta TEKA MWS lx.9 L col.	27/Mar	125%		Concluído
1860781	Botão abertura TEKA vidro col.	27/Mar	189%	Tempo para uma ou duas operadoras???	
1860783	Frontal porta MWS 20 BIS col.	27/Mar	116%		
1260392	Frontal GFG-2 col. Pr	13/Mar	33%		Concluído
1260469	Frontal SLIMLUX II TL60 v/i Br col	12/Mar	63%		Concluído
1260470	Frontal SLIMLUX II TL60 v/i Pr col	23/Abr	48%		
1860783	Frontal porta MWS 20 BIS col.	23/Abr	>100%		
1860357	F.porta 2F-1 BI.9 lx col.	24/Abr	>100%		
1860506	Frontal porta Mi col.	24/Abr	>100%		
1760128	Fr. porta TEKA MWS lx.9 L col.	24/Abr	>100%		
1760030	Fr. porta TEKA MWE lx.9 L col.	24/Abr	>100%		
1760132	Ap. com. MWS lx.9 EG col.	27/Abr	55%		
186327	Porta 18/20 c/vidro PR	27/Abr	52%		
Até lá					

**Figura 29:** Parte da lista elaborada com tempos teóricos errados da colagem

Código	Designação	Ax	T. Nov	T. s/15
1660034	Frontal porta MGT VOSS E-lux lx col.	2,5	2,22	1,88
1660055	Frontal porta MGT BERTAZZONI-II lx col.	2,5	2,44	2,08
1660065	Frontal porta FV BERTAZZONI lx col.	2,5	2,22	1,88
1660079	F.porta TEKA HKL 32-I.9 col.	2,5	2,22	1,88
1660085	Frontal porta MGT ZANUSSI-III col.	2,5	1,72	1,47
1660105	Frontal porta MGT BORETTI-II col.	2,5	2,44	2,08
1660117	Frontal porta MGT E-Lux ER col.	2,5	1,72	1,47
1660123	Fr. porta TEKA MWR BGB col.	2,5	2,44	2,08
1660126	Frontal porta MGT BORETTI-II s/forra col.	2,5	1,72	1,47
1660134	F. porta MGT-III CENTAZZO col.	2,5	2,22	1,88
1660137	F.porta MG-III CENTAZZO col.	2,5	2,22	1,88
1660139	F.porta MGT-III CENTAZZO PR col.	2,5	1,72	1,47
1660141	Frontal porta MG-III CENTAZZO PR col.	2,5	1,72	1,47
1660144	Frontal porta MGT CANALI-III col.	2,5	2,22	1,88
1660149	Frontal porta FV CANALI-III col.	2,5	2,22	1,88
1660153	Frontal porta MGT REX col.	2,5	2,44	2,08
1660158	Frontal porta MGT FRANKE-II col.	2,5	2,22	1,88
1660207	Frontal porta MGT E-LUX PROGRESS col.	2,5	2,22	1,88
1660224	Fr. porta TEKA MWR ATB col.	2,5	2,44	2,08
1660230	Frontal porta FVC CANALI IX.6 col.	2,5	2,22	1,88
1660300	Frontal porta MGT KAG 2013 J col.	2,5	1,72	1,47
1660305	Frontal porta MGT KAG 2013 W col.	2,5	1,72	1,47
1660342	Frontal porta FV KAG 2013 vidro Pr col.	2,5	1,72	1,47
1660347	Frontal porta FV KAG 2013 vidro Br col.	2,5	1,72	1,47
1660376	F.porta TEKA HKL 32-I.9 Br col.	2,5	2,22	1,88

**Figura 30:** Parte da lista de tempos teóricos novos da colagem desenvolvida pelo Departamento de Métodos e Engenharia

### 3.8 Caso 2: Mudança de metodologia OEE na fábrica

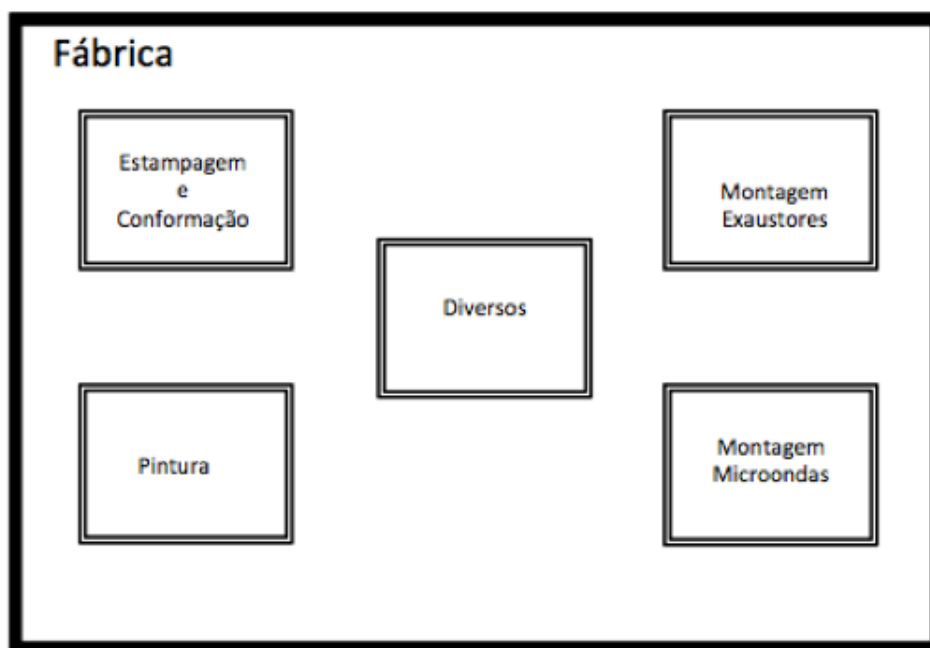
Durante o período de estágio, a Teka Portugal foi alvo de uma auditoria externa que levou a algumas alterações em várias áreas. A área de Lean Production não foi exceção e a metodologia de cálculo do indicador OEE foi alterada, desde o registo até ao seu cálculo e análise. Foi necessário começar-se a analisar os dados com mais pormenor usando outras ferramentas para tal.

A partir de Junho de 2015 deixou-se para trás toda a metodologia implementada até então, começando a fase de formação da nova metodologia, desde os responsáveis até ao chão da fábrica.

Toda a metodologia nova que será apresentada de seguida, foi elaborada por um auditor da empresa de consultoria KPMG presente na fábrica durante os primeiros meses de implementação da nova metodologia. O contributo do estágio nesta etapa foi crucial no início da implementação da nova metodologia devido aos conhecimentos adquiridos por todo o processo descrito no estudo de caso 1. Foi feito um acompanhamento do início do processo de implementação e reformulação da nova metodologia de maneira a contribuir na formação dos operadores, na adaptação dos registos para cada setor e na participação na análise de problemas detetados com as novas ferramentas usadas para tal que serão descritas seguidamente.

#### 3.8.1 Organização de processos

Inicialmente a fábrica foi dividida por cinco mini-fábricas dentro da mesma para que os processos fossem separados e analisados individualmente.



**Figura 31:** Organização da fábrica em mini-fábricas para o caso de estudo 2

Esta divisão foi feita para que se agrupassem os vários tipos de produção de acordo com a sequência de produção e a sua respetiva ligação.

A mini-fábrica de Estampagem e Conformação incluía todos os processos incluídos anteriormente neste documento incluindo a produção inicial da fábrica através de chapa fornecida pelo exterior. Nesta mini-fábrica estavam todos os processos iniciais de peças.

Na mini fábrica Diversos estavam incluídos os setores: Corte Laser, Quinagem, Soldadura, Serigrafia, Colagem e Reprografia onde, anteriormente, não se calculava o indicador. Estes processos eram considerados como produção intermédia. Esta seria a mini-fábrica a trabalhar durante esta fase de estágio.

As linhas de montagem estavam separadas em duas mini-fábricas. Uma incluía as oito linhas de montagem de exaustores e a outra inclui as restantes linhas de montagem.

Na mini-fábrica Pintura, estavam incluídos os processos de pintura relativamente às carcaças dos exaustores e também de peças que necessitavam de pintura.

Cada mini-fábrica foi atribuída a um ou mais responsáveis que iriam funcionar como “animadores” do processo de análise de problemas e gestão de melhoria dos mesmos através de ferramentas que serão apresentadas mais a frente no documento.

### **3.8.2 Registos OEE**

No que toca ao registo foram criados códigos para que o registo deixá-se de ser tão demorado e complexo e a folha de registo foi substituída (ver Figura 33). A ideia foi com que, através de código, se identificasse todos os tipos de paragens e de defeitos. Automaticamente o indicador OEE foi agrupado da seguinte forma:

- Eventos (E): incluía as paragens programadas (exemplo: Descanso);
- Paragens (P): incluía as paragens não programadas destinadas ao calculo da disponibilidade de máquinas e da velocidade de produção sendo códigos iguais para todas as mini-fábricas e setores. Este campo estava diretamente relacionado ao departamento de Lean Production;
- Defeitos (M, C ou F): incluía todos os defeitos possíveis para cada produção de acordo com a mini-fábrica em questão. Os códigos variavam de setor para setor em cada mini-fábrica. Estes registos eram da responsabilidade do departamento de qualidade da fábrica

O registo desta folha (ver Figura 32) era feito diariamente pelos operadores usando os códigos apresentados na Figura 33 e recolhido para efeitos de registo dos responsáveis no dia seguinte.

[illegible]

**Figura 32:** Folha de registo OEE utilizada no caso de estudo 2

Tabela de Eventos e Defeitos					
M Montagem		C Componente		F Funcionalidade	
Defeito	Detalhe	Defeito	Detalhe	Defeito	Detalhe
1 Desviado (mal posicionado)	1 Adesivos	1 Amolgado	1 Comp. Elétrico	1 Arco Elétrico	1 Circuito Alta Tensão
2 Excesso de Componente	2 Cípagem	2 Avariado/Danificado	2 Estampagem	2 Ativação Incorreta	2 PCB Display
3 Falta de Componente	3 Parafuso	3 Chupado	3 Pintura	3 Sensibilidade	3 PCB Potência
4 Machado	4 Pressas/ Máquinas	4 Componente incorreto	4 Plásticos/Juntas	4 Desalinhamento	4 Sist. Contenção/Porta
5 Mal encaixado	5	5 Cor/Tonalidade	5 Quimagem	5 Falta de água/LÓU	5 Sistema de segurança/Abertura
6 Partido/Rutura	6 Rebitagem	6 Deformado	6 Serigrafia	6 dErr	6 Sistema de Iluminação
7 União Incompleta	7 Openário	7 Desviado (mal posicionado)	7 Vidros/centrífica	7 Circuito Aberto	7 Sistema Ventilação
8 Componente incorreto	8 Gabarit	8 Desvio Angular	8 Embalagem/Acessórios	8 Circuito Fechado	8 Técnicos de Segurança
9 Folga excessiva	9 Ferramentas	9 Dimensional/ Geométrico	9 Abastecimento	9 Condensação	9 Teclas/Touch
10 Folga insuficiente		10 Excesso de Componente	10 Soldadura	10 Desajuste	10 Dobradiças/Conexões
11 Folga irregular		11 Falhado	11 Colagem	11 Desvio do Relógio	11 Sist. Contenção/Cavidade
12 Comp. danificado		12 Falta de Componente	12 Reprograma	12 Err C	12 Sistema prato rotativo
13 Isolamento danificado		13 Folga excessiva	13 Máteria Prima	13 Err M	13 Seletor de funções
14 Cabo solto		14 Inegível		14 Fuga	14 Temporizador
15 Cabo trocado		15 Incompleto		15 Fundido	15 Circuito hidráulico
16 Amolgado		16 Ligação incorreta		16 HOT	16 Antena MO
17 Deformado		17 Manchas		17 Não detecta depósitos/RES	17 Circuito prof./filtro
18 Falhado		18 Oxidação		18 LAMP	18 Documentos do produto
19 Rasgado		19 Partido/Rutura		19 Não Gera Microondas	19 Sistema Abertura Bandeira
20 Manchas		20 Rasgado		20 Queimado	20 Comando
21 Riscado		21 Riscado		21 Ruído/Vibrações	
22 Sujidade		22 Vincada		22 Temperatura incorreta	
23 Vincada		23 Sujidade		23 Esforço excessivo (irregular)	
24 Oxidação		24 União Incompleta		24 PUMP	
25 Cor/Tonalidade		25 Isolamento danificado		25 Err1 -sensor pressão	
26 Desvio Angular		26 Err1 -sensor pressão		26 Err2-Sensor temp.cavidade	
27 Dimensional/ Geométrico		27 Err2-Sensor temp.cavidade		27 Err3-Sensor temp. caldeira	
28 Inegível		28 Err3-Sensor temp. caldeira		28 Err4- Erro na caldeira	
29 Incompleto		29 Err4- Erro na caldeira		29 Err5- Bomba de água	
30 Limas		30 Err5- Bomba de água		30 Err7- Sobre-aquecimento caldeira	
31 Picadelas		31 Err7- Sobre-aquecimento caldeira		31 Instruções em falta/imprecisas	
32 Flapos		32 Picadelas			
33 Plastificação		33 Plastificação			
34 Escumilha		34 Queimado			
35 Gripado		35 Gripado			
36 Rebarba		36 Rebarba			
		37 Escumilha			
E Eventos		P Paragens		I Incidentes	
Evento	Detalhe	Paragem	Detalhe	Incidentes	Detalhe
1 Turno	1 Inicio	1 Falta Componente	1 Colagem	1 Acidente de Trabalho	
2 OP	2 Fim	2 Avarias	2 Estampagem	2 Ausência não programada	
3 Descanso		3 Paragem não Programada	3 Pintura		
4 Alteração N° Oper.		4 Retomar Produção	4 Soldadura		
5 Mand. Preventiva			5 Reprograma		
6 SETUP OK			6 Serigrafia		
7 Paragem Programada			7 Armazém		
			8 Ferramentas		
			9 Aparelhos Testes		
			10 Gabarits		
			11 Máquinas		

**Figura 33:** Códigos de Eventos e Defeitos para registo OEE ( incluída na traseira da folha de registo OEE)

Para o registo correto da nova folha OEE era necessário seguir determinadas regras entre as quais:

- Era obrigatório colocar o número do colaborador que elaborava o registo. Necessário apenas a primeira vez sempre que fosse o mesmo a fazê-lo. Colocava-se de novo quando o colaborador do registo mudasse;
- Sempre que se colocava o código 2E2 (fim da OP) , o 7E1 (Inicio de uma paragem programada), o 2P\* (Avaria independente do detalhe), 3P\* (Paragem não programada independente do detalhe) e 1P\* (Falta de componente independente do detalhe) tinha que se colocar a quantidade produzida na mesma linha do Evento (E) ou Paragem (P);
- Era obrigatório colocar o número da Ordem de Produção (OP) no respetivo campo a primeira vez. Mudava-se quando se iniciasse uma nova produção, ou seja, uma nova OP (ordem de fabrico);
- O código 6E1 (setup ok) apenas se colocava a seguir ao código 2E1 (inicio da OP)
- Cada OP só podia ter um inicio e um fim;
- Todas as Paragens (P) tinham que ter o mesmo número de inícios e de fins em cada OP;

A folha de registo foi sofrendo alterações de acordo com a implementação nos setores, de forma a tornar-se o mais completa, perceptível e adequada possível a cada um.

Diariamente eram reportadas todas as informações do registo elaborado pelos operadores pelos responsáveis num ficheiro destinado ao registo. Para este registo era, também, necessário algumas regras para inserir dados:

- Formato de registo de código: primeiramente era colocado o número do Defeito, Evento ou Paragem. Depois a letra correspondente (M-Defeito de Montagem; C-Defeito de componente; F-Defeito de funcionalidade; E-evento; P-Paragens; I- Incidentes) e a seguir o número do detalhe correspondente. Exemplo: 2E1- Inicio da OP;
- As horas eram colocadas apenas de forma numérica sem outro tipo de símbolos. Exemplo: Para colocar a hora 11 horas e 45 minutos inseria-se 1145 no campo respetivo;
- Em relação à data, o dia e o mês eram separados pelo símbolo /. Exemplo: Para o dia 12 de Julho - 12/07
- Cada OP só podia ter um início e um fim
- Todas as Paragens tinham que ter o mesmo número de inícios e de fins em cada OP.

No ficheiro era, também, possível a verificação de erros ao inserir os dados mostrando o detalhe do erro de acordo com a ordem de produção correspondente para que se pudesse corrigir.

Registro de Eventos y Defectos										KPMG		Check									
Línea										Hospital											
ID	Código de Evento	Código de Investigación	Colab. entre operarios	Nº Opers	O.P. a un operario	Fecha	Hora	Quant. a M.C.F.	Comp. reportado a M.C.F.	Código de Investigación	Retrabajo	O.P.	Código incoherente	Descuadre de eventos							
47	3e1						1200				0:00		18144								
48	3e2						1230				0:00		18144								
49	2p11						1230				0:00		18144								
50	4p						1235				0:00		18144								
51	2e2						1325	121			0:00		18144								
52	7e2				16151		1326				0:00		16151	Err							
53	2p11						1350				0:00		16151	Err							
54	4p						1355				0:00		16151	Err							
55	6e						1418				0:00		16151	Err							
56	2p11						1418				0:00		16151	Err							
57	4p						1423				0:00		16151	Err							
58	1e2						1500	45			0:00		16151	Err							
59	1e1		1200				1500				0:00		16151	Err							
60	3e1						1730				0:00		16151	Err							
61	3e2						1740				0:00		16151	Err							
62	7e1						1751	163			0:00		16151	Err							
63	2e1				16166		1752				0:00		16166								
Reg Línea										Reg Hospital		Descuadres		Incoherencias		Codigos		Impreso Hospital		Imp	

Figura 34: Parte do ficheiro excel de registo de dados de produção usado no caso de estudo 2

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
Descuadre de eventos		Turno		OP		Descanso		Man Prev		Total						
		1e1	1e2	2e1	2e2	3e1	3e2	4e1	4e2							
16782	0	0	0	0	1	Err	2	2	0	0	Err					
16482	0	0	0	0	0	Err	1	1	0	0	Err					
18590	0	0	0	1	0	Err	1	1	0	0	Err					
16678	0	0	0	0	0	Err	3	3	0	0	Err					
16676	0	0	0	0	0	Err	1	1	0	0	Err					
16673	0	0	0	0	0	Err	0	0	0	0	Err					
17739	0	0	0	1	1		0	0	0	0						
18314	0	0	0	1	1		2	2	0	0						
18469	0	0	0	1	1		0	0	0	0						
18478	0	0	0	1	1		0	0	0	0						
17445	0	0	0	0	0	Err	0	0	0	0	Err					
16842	0	0	0	1	1		2	2	0	0						
16783	0	0	0	0	1	Err	3	3	0	0	Err					
17061	0	0	0	0	1	Err	0	0	0	0	Err					
16677	0	0	0	0	1	Err	1	1	0	0	Err					
17830	0	0	0	0	0	Err	0	0	0	0	Err					
18312	0	0	0	0	0	Err	0	0	0	0	Err					
18502	0	0	0	3	1	Err	1	1	0	0	Err					
18315	0	0	0	1	1		1	1	0	0						
17740	0	0	0	1	1		1	1	0	0						
18212	0	0	0	1	0	Err	0	0	0	0	Err					
18472	0	0	0	1	1		0	0	0	0						
16723	0	0	0	1	1		0	0	0	0						
16674	0	0	0	0	1	Err	1	1	0	0	Err					
18035	0	0	0	2	2	Err	1	1	0	0	Err					

Figura 35: Separador do ficheiro excel para a visualização de erros (ficheiro de registos de dados de produção)

### 3.8.3 Análise OEE

Semanalmente todos os registos da semana anterior eram transportados para outro ficheiro que permitia a visualização dos principais problemas tanto a nível de Paragens (P) como de Qualidade (Q). Era através do principal problema da semana que se centravam as propostas de melhoria. Eram elaboradas duas reuniões semanais por mini-fábrica, uma para debater propostas de melhorias em relação às Paragens (P) e outra para a parte da Qualidade (Q). Nestas reuniões, os animadores eram os responsáveis pelas mini-fábricas e convocavam as pessoas que achavam adequadas para participar no debate. Nesta reunião o objetivo era apurar todas as causas possíveis responsáveis pelo problema em questão e determinavam ações para a sua resolução.



O contributo do estágio nesta etapa decorreu entre o início de Junho (semana 25) até ao final do estágio (meados de Julho), ficando responsável inicial da mini-fábrica Diversos em conjunto com a responsável do departamento Lean. Como, anteriormente, houve um conhecimento e uma familiarização com todos os processos dentro desta mini-fábrica, isto ajudaria no apoio ao ajuste da codificação em cada unidade industrial de acordo com todas as operações que anteriormente, através do caso de estudo 1, foram explicitadas e no apoio de decisões durante as reuniões para a resolução de problemas.

Inicialmente o cálculo do OEE não estava operacional pelo ficheiro e este fornecia apenas as informações sobre o número de acontecimentos (Qualidade) e o tempo (Paragens) o que permitia o debate sobre a resolução do mesmo.

O ficheiro de síntese criado para a análise dos resultados fornecia os problemas por mini-fábrica e por setor se desejado (ver Figura 36 e 37).

Síntesis de problemas						
Rango de entrada: 15Jun - 19Jun			Semana actual: S49			
ID	Código de Evento	Denominación	Cantidad	Rechazo €	Retrabajo min	Status
<div> Tipo: <input type="text" value="Producción"/> </div> <div> Periodo Inicio / Fin: <input type="text"/> </div> <div> Mini-Fábrica / Proceso: <input type="text" value="Procesos auxiliares"/> </div> <div> Para el reporting mensual: <input type="text"/> </div> <div> OEE Disp: <input type="text" value="#N/A"/> </div> <div> OEE Vel: <input type="text" value="#N/A"/> </div> <div> OEE Cal: <input type="text"/> </div>						
1	3p		284			p 3p Procesos auxiliares 49
2	1p2	Paragens - Estampagem Falta Componente	187			
3	2p11	Paragens - Máquinas Avarias	158			
4	1p4	Paragens - Soldadura Falta Componente	45			
5	3p2	Paragens - Estampagem Pausa não Programada	30			
6	1p11	Paragens - Máquinas Falta Componente	10			
7	7e1	Eventos - Inicio Pausa Programada	0			
8	2e2	Eventos - Fim OP	0			
9	1e2	Eventos - Fim Turno	0			
10	6e		0			

**Figura 36:** Ficheiro de síntese de problemas da mini-fábrica Diversos (primeira semana de implementação)

Síntesis de problemas						
Rango de entrada: 15Jun - 19Jun			Semana actual: S49			
ID	Código de Evento	Denominación	Cantidad	Rechazo €	Retrabajo min	Status
<div> Tipo: <input type="text" value="Producción"/> </div> <div> Periodo Inicio / Fin: <input type="text"/> </div> <div> Mini-Fábrica / Proceso: <input type="text" value="Procesos auxiliares"/> <input type="text" value="QUINAGEM"/> </div> <div> Para el reporting mensual: <input type="text"/> </div> <div> OEE Disp: <input type="text" value="#N/A"/> </div> <div> OEE Vel: <input type="text" value="#N/A"/> </div> <div> OEE Cal: <input type="text"/> </div>						
1	1p2	Paragens - Estampagem Falta Componente	132			p 1p2 Procesos auxiliares 49
2	2p11	Paragens - Máquinas Avarias	83			
3	3p		82			
4	2e2	Eventos - Fim OP	0			
5	7e1	Eventos - Inicio Pausa Programada	0			
6	1e2	Eventos - Fim Turno	0			
7	2e1	Eventos - Inicio OP	0			
8						
9						
10						
11						
12						

**Figura 37:** Ficheiro de síntese de problemas no setor da quinagem na mini-fábrica Diversos

A ideia de análise através desta metodologia era a eliminação constante do mesmo problema. O problema detetado na primeira semana da nova metodologia era o tema das reuniões até que baixasse o objetivo proposto fazendo a análise durante as semanas propostas. O objetivo do problema era igual ao número de ocorrências do segundo principal problema. Por ser o início desta nova metodologia, foram necessários fazer alguns ajustes de acordo com os primeiros registos e o ficheiro excel da Figura 36 não correspondia à realidade pois o primeiro problema era 3P (Paragem não programada) o que não transmitia o principal motivo das paragens em questão e o número do terceiro problema (2P11- paragem por avaria de máquina) estava errado. Depois de ajustados os erros de registo o objetivo para o principal problema está descrito na Tabela 7:

**Tabela 7:** Principal problema detetado na primeira semana de implementação da metodologia do caso de estudo 2

Semana	Principal problema	Tempo (minutos)	Objetivo
25	1P2- Falta de Componente da Estampagem	187	111

De acordo com o problema identificado (Tabela 7) foi feita a reunião semanal da semana 25 e até à semana 28 foi avaliado sempre o mesmo problema (1P2) de maneira a verificar-se o número de ocorrências ao longo das semanas. Na semana 28 o estado do problema era refletido pelo método A3:

<b>A3 No.</b> 1P2 DIVERSOS e 2P 6		<b>Equipas</b> 1. Rui Fátima 2. Ricardo Pimental 3. Andreia Santos 4. Maria Lino		<b>Departamento</b> 1. Produção 2. Planeamento 3. Lean Produção 4. Produção		<b>1. Monitorização de resultados &amp; Processo</b> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Sem.</th> <th>Tempo (min)</th> <th>Target</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>25</td><td>187</td><td></td></tr> <tr><td>26</td><td>70</td><td>111</td></tr> <tr><td>27</td><td>36</td><td>111</td></tr> <tr><td>28</td><td>275</td><td>111</td></tr> <tr><td>29</td><td></td><td>111</td></tr> <tr><td>30</td><td></td><td>111</td></tr> <tr><td>31</td><td></td><td>111</td></tr> <tr><td>32</td><td></td><td>111</td></tr> <tr><td>33</td><td></td><td>111</td></tr> <tr><td>34</td><td></td><td>111</td></tr> <tr><td>35</td><td></td><td>111</td></tr> <tr><td>36</td><td></td><td>111</td></tr> <tr><td>37</td><td></td><td>111</td></tr> <tr><td>38</td><td></td><td>111</td></tr> <tr><td>39</td><td></td><td>111</td></tr> <tr><td>40</td><td></td><td>111</td></tr> <tr><td>41</td><td></td><td>111</td></tr> <tr><td>42</td><td></td><td>111</td></tr> <tr><td>43</td><td></td><td>111</td></tr> </tbody> </table>		Sem.	Tempo (min)	Target	25	187		26	70	111	27	36	111	28	275	111	29		111	30		111	31		111	32		111	33		111	34		111	35		111	36		111	37		111	38		111	39		111	40		111	41		111	42		111	43		111														
Sem.	Tempo (min)	Target																																																																															
25	187																																																																																
26	70	111																																																																															
27	36	111																																																																															
28	275	111																																																																															
29		111																																																																															
30		111																																																																															
31		111																																																																															
32		111																																																																															
33		111																																																																															
34		111																																																																															
35		111																																																																															
36		111																																																																															
37		111																																																																															
38		111																																																																															
39		111																																																																															
40		111																																																																															
41		111																																																																															
42		111																																																																															
43		111																																																																															
<b>2. Diagnóstico do Problema</b> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Semana</th> <th>Tempo (min)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>25</td> <td>187</td> </tr> </tbody> </table>		Semana	Tempo (min)	25	187	<b>4. Análise das "root causes"</b> 																																																																											
Semana	Tempo (min)																																																																																
25	187																																																																																
<b>3. Definir objetivos</b> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Objetivo</th> <th>Valor</th> <th>Unidade</th> <th>Observações</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1. Reduzir para 111 o número de paragens não programadas devido ao processo de estampagem, na semana.</td> <td>111</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr><td>2.</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3.</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4.</td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>		Objetivo	Valor	Unidade	Observações	1. Reduzir para 111 o número de paragens não programadas devido ao processo de estampagem, na semana.	111			2.				3.				4.				<b>5. Desenvolvimento de Ações Corretivas</b> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Nº</th> <th>Ação Corretiva</th> <th>Res.</th> <th>Def. Prazo</th> <th>Exec. Prazo</th> <th>Verif. Prazo</th> <th>Concl. Prazo</th> <th>Observações</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Ajustar tamanho de área das OPRs</td> <td>R. F.</td> <td>10/7</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Monitorizar a sequência de produção - setor 1 e 2</td> <td>A. S.</td> <td>10/7</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Monitorizar a sequência de produção - setor 10</td> <td>R. M.</td> <td>10/7</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Controlar procedimento de trabalho (planilha e sequências)</td> <td>R. F.</td> <td>10/8</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr><td>5.</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>6.</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>				Nº	Ação Corretiva	Res.	Def. Prazo	Exec. Prazo	Verif. Prazo	Concl. Prazo	Observações	1	Ajustar tamanho de área das OPRs	R. F.	10/7					2	Monitorizar a sequência de produção - setor 1 e 2	A. S.	10/7					3	Monitorizar a sequência de produção - setor 10	R. M.	10/7					4	Controlar procedimento de trabalho (planilha e sequências)	R. F.	10/8					5.								6.							
Objetivo	Valor	Unidade	Observações																																																																														
1. Reduzir para 111 o número de paragens não programadas devido ao processo de estampagem, na semana.	111																																																																																
2.																																																																																	
3.																																																																																	
4.																																																																																	
Nº	Ação Corretiva	Res.	Def. Prazo	Exec. Prazo	Verif. Prazo	Concl. Prazo	Observações																																																																										
1	Ajustar tamanho de área das OPRs	R. F.	10/7																																																																														
2	Monitorizar a sequência de produção - setor 1 e 2	A. S.	10/7																																																																														
3	Monitorizar a sequência de produção - setor 10	R. M.	10/7																																																																														
4	Controlar procedimento de trabalho (planilha e sequências)	R. F.	10/8																																																																														
5.																																																																																	
6.																																																																																	
<b>6. Eficácia das ações corretivas</b> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Sem.</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> <th>6</th> <th>7</th> <th>8</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>X</td> <td>X</td> <td>X</td> <td>X</td> <td>X</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Sem.	1	2	3	4	5	6	7	8	1	X	X	X	X	X				2									3																																																				
Sem.	1	2	3	4	5	6	7	8																																																																									
1	X	X	X	X	X																																																																												
2																																																																																	
3																																																																																	

**Figura 38:** Método A3 para a resolução de problemas identificados pelo registo OEE relativo às Paragens (P)



O método apresentado era a ferramenta utilizada para a análise e resolução de problemas no processo de análise do indicador OEE. Inicialmente era necessário identificar o problema através da síntese de registos da semana 25. Depois de identificado começava-se a elaboração do A3 na seguinte sequência:

- a. Identificar a mini-fábrica relativa ao A3 a elaborar;

<b>A3 No.</b>	
<b>1P2 DIVERSOS q 26 0</b>	

The A3 form is divided into several sections:

- 1. Identificação do Problema:** Includes fields for the problem description, location, and date.
- 2. Análise das Causas:** A fishbone diagram (Ishikawa) for identifying causes, categorized into Man, Machine, Material, Method, and Environment.
- 3. Plano de Ação:** A table for planning actions, including columns for action, responsible person, and due date.
- 4. Resultados e Acompanhamento:** A table for tracking the results of the actions over time.

- b. Escrever o código do problema e a sua respetiva designação na folha A3 no campo adequado;

<b>Código/designação do Defeito</b>	
<b>1P2</b>	
<b>Falta de componente Estampagem</b>	

The A3 form is filled with the following information:

- 1. Identificação do Problema:** The problem is identified as "Falta de componente Estampagem" (Missing stamping component).
- 2. Análise das Causas:** The fishbone diagram is used to analyze the causes of the problem.
- 3. Plano de Ação:** The action plan is filled with specific actions to resolve the issue.
- 4. Resultados e Acompanhamento:** The results of the actions are tracked over time.

c. Escolher a equipa para a resolução do problema e a sua respetiva equipa (a equipa podia ser alterada de semana para semana). Esta equipa deverá ter um papel importante na resolução do problema;

Equipa		Departamento	
1. Rodrigo Mingos 2. Ricardo Pimentel 3. Andreia Santos 4. Sara Pinto		1. Planeamento de produção 2. Planeamento de produção 3. Lean Produção 4. Lean Produção	

<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">             Nº de...              123456789101112           </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">             1P2           </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">             1. Descrição do Problema              Falta de componente devido ao processo da estampagem.              Código de evento - 1p2           </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Setor</th> <th>Tempo (min)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>10</td> <td>107</td> </tr> </tbody> </table> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">             2. Definição do Problema           </div>	Setor	Tempo (min)	10	107	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p><b>3. Análise das Causas</b></p> <p><b>4. Implementação das Ações Corretivas</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Nº</th> <th>Descrição</th> <th>Plano</th> <th>Realizado</th> <th>Verificado</th> <th>Validado</th> <th>Assinado</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Verificação da qualidade da matéria-prima</td> <td>10/10</td> <td>10/10</td> <td>10/10</td> <td>10/10</td> <td>10/10</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Verificação da qualidade da produção - setor 10</td> <td>10/10</td> <td>10/10</td> <td>10/10</td> <td>10/10</td> <td>10/10</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Verificação da qualidade da produção - setor 11</td> <td>10/10</td> <td>10/10</td> <td>10/10</td> <td>10/10</td> <td>10/10</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Verificação da qualidade da produção - setor 12</td> <td>10/10</td> <td>10/10</td> <td>10/10</td> <td>10/10</td> <td>10/10</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Verificação da qualidade da produção - setor 13</td> <td>10/10</td> <td>10/10</td> <td>10/10</td> <td>10/10</td> <td>10/10</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>Verificação da qualidade da produção - setor 14</td> <td>10/10</td> <td>10/10</td> <td>10/10</td> <td>10/10</td> <td>10/10</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>Verificação da qualidade da produção - setor 15</td> <td>10/10</td> <td>10/10</td> <td>10/10</td> <td>10/10</td> <td>10/10</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>Verificação da qualidade da produção - setor 16</td> <td>10/10</td> <td>10/10</td> <td>10/10</td> <td>10/10</td> <td>10/10</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>Verificação da qualidade da produção - setor 17</td> <td>10/10</td> <td>10/10</td> <td>10/10</td> <td>10/10</td> <td>10/10</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>Verificação da qualidade da produção - setor 18</td> <td>10/10</td> <td>10/10</td> <td>10/10</td> <td>10/10</td> <td>10/10</td> </tr> <tr> <td>11</td> <td>Verificação da qualidade da produção - setor 19</td> <td>10/10</td> <td>10/10</td> <td>10/10</td> <td>10/10</td> <td>10/10</td> </tr> <tr> <td>12</td> <td>Verificação da qualidade da produção - setor 20</td> <td>10/10</td> <td>10/10</td> <td>10/10</td> <td>10/10</td> <td>10/10</td> </tr> </tbody> </table> </div>	Nº	Descrição	Plano	Realizado	Verificado	Validado	Assinado	1	Verificação da qualidade da matéria-prima	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	2	Verificação da qualidade da produção - setor 10	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	3	Verificação da qualidade da produção - setor 11	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	4	Verificação da qualidade da produção - setor 12	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	5	Verificação da qualidade da produção - setor 13	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	6	Verificação da qualidade da produção - setor 14	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	7	Verificação da qualidade da produção - setor 15	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	8	Verificação da qualidade da produção - setor 16	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	9	Verificação da qualidade da produção - setor 17	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	10	Verificação da qualidade da produção - setor 18	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	11	Verificação da qualidade da produção - setor 19	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	12	Verificação da qualidade da produção - setor 20	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p><b>5. Monitorização do Problema</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Setor</th> <th>Tempo (min)</th> <th>Target</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>10</td><td>107</td><td>107</td></tr> <tr><td>11</td><td>107</td><td>107</td></tr> <tr><td>12</td><td>107</td><td>107</td></tr> <tr><td>13</td><td>107</td><td>107</td></tr> <tr><td>14</td><td>107</td><td>107</td></tr> <tr><td>15</td><td>107</td><td>107</td></tr> <tr><td>16</td><td>107</td><td>107</td></tr> <tr><td>17</td><td>107</td><td>107</td></tr> <tr><td>18</td><td>107</td><td>107</td></tr> <tr><td>19</td><td>107</td><td>107</td></tr> <tr><td>20</td><td>107</td><td>107</td></tr> </tbody> </table> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 5px;"> <p><b>6. Planificação e Acompanhamento da Equipa</b></p> </div>	Setor	Tempo (min)	Target	10	107	107	11	107	107	12	107	107	13	107	107	14	107	107	15	107	107	16	107	107	17	107	107	18	107	107	19	107	107	20	107	107
Setor	Tempo (min)																																																																																																																																				
10	107																																																																																																																																				
Nº	Descrição	Plano	Realizado	Verificado	Validado	Assinado																																																																																																																															
1	Verificação da qualidade da matéria-prima	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10																																																																																																																															
2	Verificação da qualidade da produção - setor 10	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10																																																																																																																															
3	Verificação da qualidade da produção - setor 11	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10																																																																																																																															
4	Verificação da qualidade da produção - setor 12	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10																																																																																																																															
5	Verificação da qualidade da produção - setor 13	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10																																																																																																																															
6	Verificação da qualidade da produção - setor 14	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10																																																																																																																															
7	Verificação da qualidade da produção - setor 15	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10																																																																																																																															
8	Verificação da qualidade da produção - setor 16	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10																																																																																																																															
9	Verificação da qualidade da produção - setor 17	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10																																																																																																																															
10	Verificação da qualidade da produção - setor 18	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10																																																																																																																															
11	Verificação da qualidade da produção - setor 19	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10																																																																																																																															
12	Verificação da qualidade da produção - setor 20	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10																																																																																																																															
Setor	Tempo (min)	Target																																																																																																																																			
10	107	107																																																																																																																																			
11	107	107																																																																																																																																			
12	107	107																																																																																																																																			
13	107	107																																																																																																																																			
14	107	107																																																																																																																																			
15	107	107																																																																																																																																			
16	107	107																																																																																																																																			
17	107	107																																																																																																																																			
18	107	107																																																																																																																																			
19	107	107																																																																																																																																			
20	107	107																																																																																																																																			

1. Descrever o Problema;

<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">             Nº de...              123456789101112           </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">             1P2           </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> <p><b>1. Descrição do Problema</b></p> <p>Falta de componente devido ao processo da estampagem.              Código de evento - 1p2</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Setor</th> <th>Tempo (min)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>10</td> <td>107</td> </tr> </tbody> </table> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">             2. Definição do Problema           </div>	Setor	Tempo (min)	10	107	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p><b>3. Análise das Causas</b></p> <p><b>4. Implementação das Ações Corretivas</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Nº</th> <th>Descrição</th> <th>Plano</th> <th>Realizado</th> <th>Verificado</th> <th>Validado</th> <th>Assinado</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Verificação da qualidade da matéria-prima</td> <td>10/10</td> <td>10/10</td> <td>10/10</td> <td>10/10</td> <td>10/10</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Verificação da qualidade da produção - setor 10</td> <td>10/10</td> <td>10/10</td> <td>10/10</td> <td>10/10</td> <td>10/10</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Verificação da qualidade da produção - setor 11</td> <td>10/10</td> <td>10/10</td> <td>10/10</td> <td>10/10</td> <td>10/10</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Verificação da qualidade da produção - setor 12</td> <td>10/10</td> <td>10/10</td> <td>10/10</td> <td>10/10</td> <td>10/10</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Verificação da qualidade da produção - setor 13</td> <td>10/10</td> <td>10/10</td> <td>10/10</td> <td>10/10</td> <td>10/10</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>Verificação da qualidade da produção - setor 14</td> <td>10/10</td> <td>10/10</td> <td>10/10</td> <td>10/10</td> <td>10/10</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>Verificação da qualidade da produção - setor 15</td> <td>10/10</td> <td>10/10</td> <td>10/10</td> <td>10/10</td> <td>10/10</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>Verificação da qualidade da produção - setor 16</td> <td>10/10</td> <td>10/10</td> <td>10/10</td> <td>10/10</td> <td>10/10</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>Verificação da qualidade da produção - setor 17</td> <td>10/10</td> <td>10/10</td> <td>10/10</td> <td>10/10</td> <td>10/10</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>Verificação da qualidade da produção - setor 18</td> <td>10/10</td> <td>10/10</td> <td>10/10</td> <td>10/10</td> <td>10/10</td> </tr> <tr> <td>11</td> <td>Verificação da qualidade da produção - setor 19</td> <td>10/10</td> <td>10/10</td> <td>10/10</td> <td>10/10</td> <td>10/10</td> </tr> <tr> <td>12</td> <td>Verificação da qualidade da produção - setor 20</td> <td>10/10</td> <td>10/10</td> <td>10/10</td> <td>10/10</td> <td>10/10</td> </tr> </tbody> </table> </div>	Nº	Descrição	Plano	Realizado	Verificado	Validado	Assinado	1	Verificação da qualidade da matéria-prima	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	2	Verificação da qualidade da produção - setor 10	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	3	Verificação da qualidade da produção - setor 11	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	4	Verificação da qualidade da produção - setor 12	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	5	Verificação da qualidade da produção - setor 13	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	6	Verificação da qualidade da produção - setor 14	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	7	Verificação da qualidade da produção - setor 15	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	8	Verificação da qualidade da produção - setor 16	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	9	Verificação da qualidade da produção - setor 17	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	10	Verificação da qualidade da produção - setor 18	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	11	Verificação da qualidade da produção - setor 19	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	12	Verificação da qualidade da produção - setor 20	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p><b>5. Monitorização do Problema</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Setor</th> <th>Tempo (min)</th> <th>Target</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>10</td><td>107</td><td>107</td></tr> <tr><td>11</td><td>107</td><td>107</td></tr> <tr><td>12</td><td>107</td><td>107</td></tr> <tr><td>13</td><td>107</td><td>107</td></tr> <tr><td>14</td><td>107</td><td>107</td></tr> <tr><td>15</td><td>107</td><td>107</td></tr> <tr><td>16</td><td>107</td><td>107</td></tr> <tr><td>17</td><td>107</td><td>107</td></tr> <tr><td>18</td><td>107</td><td>107</td></tr> <tr><td>19</td><td>107</td><td>107</td></tr> <tr><td>20</td><td>107</td><td>107</td></tr> </tbody> </table> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 5px;"> <p><b>6. Planificação e Acompanhamento da Equipa</b></p> </div>	Setor	Tempo (min)	Target	10	107	107	11	107	107	12	107	107	13	107	107	14	107	107	15	107	107	16	107	107	17	107	107	18	107	107	19	107	107	20	107	107
Setor	Tempo (min)																																																																																																																																				
10	107																																																																																																																																				
Nº	Descrição	Plano	Realizado	Verificado	Validado	Assinado																																																																																																																															
1	Verificação da qualidade da matéria-prima	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10																																																																																																																															
2	Verificação da qualidade da produção - setor 10	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10																																																																																																																															
3	Verificação da qualidade da produção - setor 11	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10																																																																																																																															
4	Verificação da qualidade da produção - setor 12	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10																																																																																																																															
5	Verificação da qualidade da produção - setor 13	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10																																																																																																																															
6	Verificação da qualidade da produção - setor 14	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10																																																																																																																															
7	Verificação da qualidade da produção - setor 15	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10																																																																																																																															
8	Verificação da qualidade da produção - setor 16	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10																																																																																																																															
9	Verificação da qualidade da produção - setor 17	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10																																																																																																																															
10	Verificação da qualidade da produção - setor 18	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10																																																																																																																															
11	Verificação da qualidade da produção - setor 19	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10																																																																																																																															
12	Verificação da qualidade da produção - setor 20	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10																																																																																																																															
Setor	Tempo (min)	Target																																																																																																																																			
10	107	107																																																																																																																																			
11	107	107																																																																																																																																			
12	107	107																																																																																																																																			
13	107	107																																																																																																																																			
14	107	107																																																																																																																																			
15	107	107																																																																																																																																			
16	107	107																																																																																																																																			
17	107	107																																																																																																																																			
18	107	107																																																																																																																																			
19	107	107																																																																																																																																			
20	107	107																																																																																																																																			

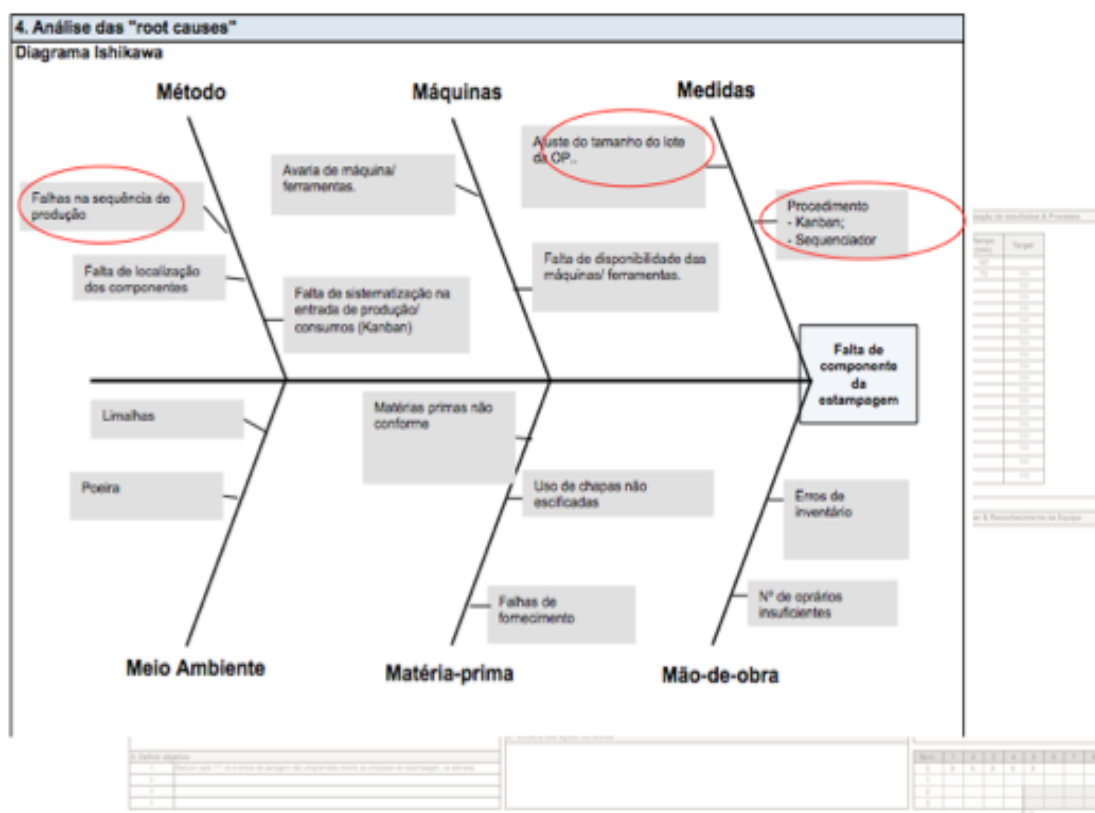
2. Quantificar o Problema (número de ocorrências inicial do problema);

[illegible]

3. Definir o objetivo de acordo com o número de ocorrências do segundo principal problema da semana 25 (111 minutos);

[illegible]

4. Definir as causas através de um Diagrama de Ishikawa;



Nesta etapa, para o efeito falta de componente da estampagem, foram registados as possíveis causas através do método 6M ( Método, Máquinas, Medidas, Meio ambiente, Matéria-prima e Mão-de-obra).

No campo Métodos foram definidas as causas:

- Falha na sequência de produção pois a sequência muitas vezes não era cumprida por diversas razões como a falta de ferramenta para a sua produção, por urgências na linha, por falta de recursos, entre outros;
- Falta de localização: As peças necessárias para a fase de produção não estavam localizadas o que dificultava a rapidez do início de uma nova produção;
- Falta de sistematização na entrada de produção (kanban): não havia controlo de quantidades e sequência de produção o que leva a uma falta de coordenação na produção, sem conhecimento do que já foi feito e do que é necessário fazer causando problemas como superprodução.

No campo Máquinas as causas para o efeito eram:

- Avaria de máquinas e/ou ferramentas: A avaria de um recurso necessário poderia condicionar a falta de componente nos setores seguintes. As peças eram produzidas com uma determinada ferramenta e numa determinada máquina;

- Ajuste do tamanho da Ordem de Produção (OP): Os lotes definidos nas OP eram demasiado grandes o que fazia com que a produção nunca fosse finalizada de acordo com a necessidade e a produção das fases fosse dividida por vários dias. Isto fazia com que não fossem produzidas as quantidades necessárias faltando componentes nas outras produções ou então produzia-se peças a mais que não seriam necessárias, gastando tempo necessário para a produção de outras peças precisas;
- Falta de disponibilidade das máquinas e/ou ferramentas: Devido a avarias as máquinas e ferramentas poderiam não estar disponíveis para a produção de uma determinada peça. Isto condicionava a produção e podia levar à falta de componentes necessários nas produções seguintes. Acontecia, por vezes, que a manutenção e reparação das máquinas e ferramentas fosse feita no exterior da fábrica por outras entidades o que levava à indisponibilidade de tais recursos;

A causa do campo Medidas foi:

- Procedimentos (Kanban. Sequência): Seria necessário criar um procedimento Kanban para a sequência e controlo da produção;

Em relação ao Meio-ambiente as causas apuradas foram:

- Limalhas: durante a produção das peças, estas podiam conter limalhas nos cantos das peças o que fazia com que a peça não fosse aceite a nível de qualidade e faltasse em produções seguintes de outros setores;
- Poeiras: a existência de poeiras podiam causar a produção de peças não conformes;

A nível de Matéria-prima as causas encontradas foram:

- Matérias-primas não conformes: para cada peça estava associada o tipo de chapa a utilizar na sua produção. Quando a chapa vinha do fornecedor com defeito ou não se produziam as peças, ou as peças eram produzidas com um lote de chapa diferente o que podia causar complicações de qualidade no futuro;
- Uso de chapas não especificadas: As chapas poderiam ser mal identificadas ou até não serem identificadas e usadas em produções que poderiam ser definidas como defeitos nos seguintes processos;
- Falha de fornecimento: o atraso na entrega de chapa para as produções das componentes metálicas podia ditar a falta de componentes para produção nos setores de produção intermédia.

Por fim, a nível de Mão-de-obra as causas identificadas foram:

- Erros de inventário: o erro nas contabilizações das peças produzidas pode falhar e fazer com que não houvessem as peças necessárias para a produção;
- Número de operadores insuficientes: a falta de recursos Humanos podia ditar a falha na produção;

No fim selecionam-se as três causas mais importantes (rodeadas com um círculo vermelho)

5. Através do Diagrama anteriormente elaborado, definir as ações a tomar e avaliar a eficácia das mesmas (6.);

The screenshot displays a software interface for Lean Production. The central focus is a fishbone (Ishikawa) diagram titled '4. Análise das "causas-raízes"'. The diagram identifies the main problem as 'Falta de componente da Estampagem' (Lack of stamping component). The causes are categorized into three main areas: Método (Method), Máquinas (Machines), and Medidas (Measures). Under Método, causes include 'Falta de sequência de produção' (Lack of production sequence) and 'Falta de monitorização da produção' (Lack of production monitoring). Under Máquinas, causes include 'Falta de tamanho do lote de produção' (Lack of production lot size) and 'Falta de monitorização da produção' (Lack of production monitoring). Under Medidas, causes include 'Falta de procedimento único de produção' (Lack of unique production procedure) and 'Falta de acompanhamento da produção' (Lack of production follow-up). The diagram also includes categories like Meio Ambiente (Environment), Matéria-prima (Raw material), and Mão-de-obra (Labor). Below the diagram is a table titled '5. Desenvolvimento de Ações Corretivas' (Development of Corrective Actions) with columns for N.º, Ação Corretiva, Resp., Data Prev., Data Impl., Data Conc., Cont. (%), and Observações. The table lists four corrective actions: 1. Ajustar tamanho de lotes das OP's. (Adjust lot size of OP's), 2. Monitorizar a sequência de produção - setor 1 e 2. (Monitor production sequence - sector 1 and 2), 3. Monitorizar a sequência de produção - setor 12. (Monitor production sequence - sector 12), and 4. Uniformizar procedimento de trabalho (Kanban e sequenciadores) (Uniformize work procedure (Kanban and sequencers)). Below the table is a section titled '6. Eficácia das ações corretivas' (Effectiveness of corrective actions).

N.º	Ação Corretiva	Resp.	Data Prev.	Data Impl.	Data Conc.	Cont. (%)	Observações
1	Ajustar tamanho de lotes das OP's.	R. P.	W27				
2	Monitorizar a sequência de produção - setor 1 e 2.	A. S.	W27				
3	Monitorizar a sequência de produção - setor 12.	R. M.	W27				
4	Uniformizar procedimento de trabalho (Kanban e sequenciadores)	R. P. R. M.	W28				
5							
6							
7							
8							

De acordo com o efeito 1P2-Falta de componente da Estampagem as ações foram tomadas de acordo com as causas que se consideraram as mais importantes.

Em relação às falhas causadas pela falta de sequência de produção as ações a tomar foram:

- Monitorizar a sequência de produção no setor 1 e 2 (conformação e estampagem e corte laser pois eram produções que estavam interligadas), ação atribuída ao departamento de Lean Production;
- Monitorizar a sequência de produção no setor 12 (conformação e estampagem) atribuída ao responsável de planeamento do setor em questão;

No que toca à causa tamanho das Ordens de Produção a ação elaborada foi:

- Ajustar o tamanho de lotes das Ordens de Produção atribuída a um dos responsáveis pelo planeamento de produção;

Por fim, a causa relativa a medidas da falta de um procedimento único para a sequência e acompanhamento de produção originou a ação:

7. Monitorizar a resolução do problema: Acompanhamento semanal do tempo perdido na paragem por falta de componente da Estampagem (1P2)

60

8. Verificar a importância do problema (se em quatro semanas o valor de ocorrências não fosse inferior ao objetivo, passar a P grande, ou seja, passava a ser um problema levado à Direção de Produção).

Sem.	1	2	3	4	5	6	7	8
0	X	X	X	X	X			
1								
2								
3								

↓ P

A Análise em relação ao problema principal da qualidade era feita exatamente pelo mesmo método e o mesmo acontecia quando não era resolvido no prazo mínimo de quatro semanas. Depois de passar para a Direção de Qualidade, avaliava-se o principal problema da semana imediatamente a seguir e repetia-se o procedimento.

**1. Descrição do Problema**  
Componente estampagem falta componente.  
Código de evento - 12C2  
Obs: Falta de vitor na pintura da peça (ponta estampada)

**2. Definição/quantificação do Problema**

Semana	Quantidade Rejeitada
25	228

**3. Análise das "root causes"**  
Diagrama Ishikawa

**4. Desenvolvimento de Ações Corretivas**

Ordem	Descrição	Res.	Def. Prazo	Def. Data	Def. Data	Def. Data	Def. Data	Def. Data	Def. Data
1	Revisar e adicionar informação na ficha de inspeção	P.L.	02/07						
2	Elaborar e implementar	P.L.	02/07						
3	Formar e implementar	P.L.	02/07						
4	Definir método para garantir a reprodutibilidade	P.L.	02/07						

**5. Efeitos das ações corretivas**

Sem.	1	2	3	4	5	6	7	8
0	X	X	X	X	X			
1								
2								
3								

↓ Q

**Figura 39:** Método A3 para a resolução de problemas identificados pelo registo OEE relativo à Qualidade (Q)



Na altura da mudança de metodologias, a Qualidade passou a ter um peso maior nas análises dos registos OEE e o tratamento de dados e problemas começou a ter uma envolvimento comum entre os dois departamentos (Produção e Qualidade) estando envolvidos nas reuniões para o desenvolvimento do A3 os colaboradores das diferentes áreas o que enriqueceu o debate de ideias para a resolução do problemas.

Este método tornou-se muito mais eficaz na determinação do defeito. Na folha de codificação apresentada na Figura 33 estavam codificados todos os tipos de defeitos o que tornou possível a separação de defeitos por: Montagem (M), Componente (C) e Funcionalidade (F). Os defeitos tipo M eram todos os defeitos produzidos na própria operação do registo. Os defeitos tipo C eram os defeitos vindos de produções anteriores ou seguintes, sendo possível identificar a produção exata onde foi produzido o defeito. Os defeitos tipo F eram usados apenas em linhas de montagem em produtos montados.

O retrabalho passou a ter um peso diferente nesta etapa. Enquanto que no caso de estudo 1, o número de peças retrabalhadas tinham exatamente o mesmo peso que o número de peças não conformes, aqui o mesmo não continuou a seguir essa regra. Foi criada uma linha hospital (ver Figura 40) em que eram registadas todas as produções de operações que não estavam planeadas após ser detetado defeitos (retrabalho). Por exemplo, uma das linhas de montagem produzia um defeito numa das portas coladas no setor da Colagem. Imagine-se um risco no vidro. A porta voltava ao setor da colagem e as operadoras, enquanto a re-produção desta peça (no caso de ser possível a recuperação da mesma), paravam a produção que estavam a executar através de uma paragem não planeada (3P), registando um papel vermelho que ia associado à folha de registo diária da máquina/posto e que seguia com os registos para os responsáveis da mini-fábrica correspondente. No fim do retrabalho os operadores deveriam retomar a produção anterior registando o código 4P (retomar produção). No caso da Colagem: mini-fábrica Diversos estes dados eram registados na linha hospital do ficheiro utilizado para o registo OEE como demonstrado na figura 41.

<b>LINHA HOSPITAL</b>	
<p><b>Código do defeito (tipo M)</b></p> <div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 20px; margin: 5px 0;"></div>	<p><b>Código do defeito (tipo C)</b></p> <div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 20px; margin: 5px 0;"></div>
<p><b>Hora de início:</b></p> <p><b>Hora de fim:</b></p> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 10px;"> <span><b>Nº OP:</b></span> <span><b>Nº peças:</b></span> </div>	

**Figura 40:** Formato do papel de registo de retrabalho (Linha Hospital)

	A	B	C	D	E	F	G
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							

**Figura 41:** Separador do ficheiro de registo para o registo da Linha Hospital

### 3.9 Comparação entre as metodologias implementadas

No decorrer do projeto, a mudança de metodologias durante o uso do indicador OEE permitiu ter diferentes visões sobre este apoiando o objetivo deste documento de avaliar o OEE como indicador de desempenho para a gestão da melhoria contínua.

No caso de estudo 1 o valor percentual da eficiência era o condutor para a gestão de problemas. Desdobrando o indicador, de acordo com os objetivos estabelecidos na teoria, identificava-se e sequenciava-se a tentativa de eliminação dos erros detetados. Esta fase foi importante para se perceber o método de trabalho de cada operação e em cada setor. Foi também essencial para entender a maior parte dos problemas associados às diferentes produções e utilização de recursos: máquinas e operadores.

Na segunda fase o valor do indicador deixou de ser analisado. Aqui eram quantificados em minutos e números de ocorrências as paragens (P) e os defeitos (D), respetivamente. Mesmo não analisando o valor, era possível perceber qual o principal problema durante a semana. Como eram apenas avaliadas as paragens para a componente da disponibilidade e os defeitos para a componente de qualidade, o índice de velocidade acabou por não ser analisado tapando outros problemas que foram notados durante a metodologia usada no caso de estudo 1.

Nas tabelas das páginas seguintes estão apresentadas as relações entre o indicador OEE de acordo com as duas metodologias usadas nos casos de estudo e todas as causas de desperdício, tanto dentro de um sistema produtivo, como fora dele.

**Tabela 8:** Análise de relação entre os desperdícios do sistema produtivo e o indicador OEE de acordo com as metodologias utilizadas nos casos de estudo

Causas de desperdício		OEE			Não contemplado pelo indicador OEE	Metodologia/Procedimento OEE	
		Disponibilidade	Qualidade	Velocidade		Caso 1	Caso 2
Desperdícios do Sistema de Produção	Superprodução				X	Causa não controlada pela metodologia do caso 1.	Causa não controlada pela metodologia do caso 2 mas podendo ser decifrada durante a análise de problemas.
	Espera	X				Estes tempos estavam incluídos na componente de disponibilidade através dos tempos de abastecimento, avaria ou manutenção de máquina e ferramenta.	O tempos de espera eram refletidos pelas paragens (P) no registo de produção. Podiam ser originados por paragens por falta de componente (1P), avaria (2P) ou paragem não programada (3P). Neste novo registo não havia codificação para tempos de abastecimento (tempo que o operador gasta em abastecer a próxima produção).
	Transporte	X		X		Estes tempos podiam ser contabilizados ou não. Se fossem, os operadores consideravam tempos de abastecimento. Se não, este tempo refletia-se na velocidade de produção mas não seria detalhado como tal e não seria notado.	Os tempos de transporte eram contabilizados no campo das paragens (P) tanto por tempo de abastecimento (1P) como numa paragem não programada (3P). O Operador poderia colocar o motivo em observação na folha de registo.
	Processos desnecessários		X	X		Estes processos poderiam refletir-se no retrabalho das peças depois da sua produção (componente da qualidade). No caso de não serem contabilizados afetariam a velocidade sem se fazer transparecer.	Tal como no caso 1, este tempo era contabilizado como retrabalho, não tendo o mesmo peso que um defeito entrando na linha hospital. Era refletido no índice de qualidade
	Produtos não conformes		X	X		O tempo ocupado na produção de produtos defeituosos tanto afetava a velocidade de produção com o índice de qualidade. Não era explicitado o motivo do defeito nem se era defeito de operações anteriores ou da produção em curso não existindo um detalhe pormenorizado.	O tempo ocupado na produção de produtos defeituosos tanto afetava a velocidade de produção com o índice de qualidade. Neste caso, os defeitos eram detalhados pela sua codificação e identificados como defeito da produção em curso ou da operação anterior. Era possível identificar tanto o tipo de defeito como o setor/operação responsável pelo mesmo.
	Movimentação			X		Este tempo afetaria a componente velocidade mas não era detalhado, ficando escondido no valor percentual deste índice.	Este desperdício não era analisado pois não eram considerados problemas de velocidade
	Stock			X		Mesmo não registando os tempos na escolha de peças conformes para a sua produção, estes tempos refletiam-se na velocidade de produção. Visto serem defeitos em matéria-prima ou em material em processamento estes não tinham impacto na qualidade da respetiva máquina por não serem feitos nela nem pelo operador da mesma.	Nesta metodologia era possível determinar origem do desperdício através da codificação da qualidade e parar a produção através de uma paragem não programada (3P), codificando de seguida o defeito de acordo com o seu detalhe.

**Tabela 9:** Análise de relação entre as perdas de equipamento e o indicador OEE de acordo com as metodologias utilizadas nos casos de estudo

Causas de desperdício		OEE			Não contemplado pelo indicador OEE	Metodologia/Procedimento OEE	
		Disponibilidade	Qualidade	Velocidade		Caso 1	Caso 2
Perdas relacionadas com Equipamentos	Quebras	X				Na metodologia usada no caso 1 todas estas perdas eram registadas e detalhadas.	Igual ao caso 1.
	Setup	X				Eram registadas todas as mudanças de ferramenta não sendo estabelecido a quantidade de vezes que se registava esta operação.	Só era possível registar uma mudança de ferramenta por Ordem de Produção (evento 6E: setup ok) de seguida ao início de cada OP (2E1), pois na verdade, cada produção só tinha uma mudança de ferramenta associada e todas as outras intervenções nas ferramentas deveriam ser registadas como manutenção. Surgiu o problema nas ordens de produção que exigiam a produção de diferente fases o que implicava mais que uma mudança de ferramenta. Isto acontecia no setor de Conformação e Estampagem. Este problema ficou por resolver.
	Pequenas paragens			X		As pequenas paragens, efetuadas pelos operadores, refletiam-se na componente da velocidade ficando escondido pelo ser valor. O operador não registava estas paragens.	A componente velocidade não era avaliada nesta metodologia sendo apenas contabilizados os problemas por paragens e defeitos.
	Redução de Velocidade			X		Esta perda influenciava a o índice de velocidade e podia ser devido à qualidade do processo , a problemas de operação ou a tempos de ciclo mal definidos não sendo possível diferenciar os mesmos como a causa de queda de velocidade mas era possível verificar as peças com as velocidades mais baixas e mais altas (fora do real). O operador registava o código da peça o que permitia a análise da velocidade da peça mas tornava-se impossível o seu detalhe.	Como não eram contabilizados os valores da velocidade não era possível fazer uma análise dos tempos de ciclo errados nem determinar a causa desta perda.
	Produtos não conformes		X			Igual à tabela 8 na causa de produtos não conformes no caso 1.	Igual à tabela 8 na causa de produtos não conformes no caso 2.
	Queda de rendimento		X			A queda de rendimento era refletida pela componente da qualidade mas não era possível identificar realmente esta causa detalhadamente.	Não era possível identificar esta perda detalhadamente mas era possível saber-se se o defeito era feito na própria produção refletindo esta causa.

**Tabela 10:** Análise de relação entre as causas de desperdício internas e externas à organização e o indicador OEE de acordo com as metodologias utilizadas nos casos de estudo

Causas de desperdício			OEE			Não contemplado pelo indicador OEE	Metodologia/Procedimento OEE	
			Disponibilidade	Qualidade	Velocidade		Caso 1	Caso 2
Causas gerais	Externas	Comerciais				X	Causa não controlada pelo indicador no caso de estudo 1.	Causa não controlada pelo indicador no caso de estudo 2.
		Logística				X	Causa não controlada pelo indicador no caso de estudo 1.	Foi possível identificar problemas de logística interna através do uso do diagrama de Ishikawa e consequente plano de ações originado por este.
		Ambientais				X	Causa não controlada pelo indicador no caso de estudo 1.	Causa não controlada pelo indicador no caso de estudo 2.
		Naturais				X	Causa não controlada pelo indicador no caso de estudo 1.	Causa não controlada pelo indicador no caso de estudo 2.
	Internas	Negócio				X	Causa não controlada pelo indicador no caso de estudo 1.	Apenas as causas de segurança eram codificadas no registo OEE.
		Tempo não programado				X	Causa não controlada pelo indicador no caso de estudo 1.	Causa não controlada pelo indicador no caso de estudo 2.
		Operacionais	X	X	X		Eram avaliadas todas as causas operacionais à exceção das paragens programadas. Avaliar o tempo que a máquina estava parada para ensaios e testes seria importante em fases de produção em que a procura era mais elevada ou em fases de falta de recursos tanto de máquinas como de trabalhadores. As paragens programadas não eram analisadas, sendo retiradas ao tempo de utilização das máquinas.	Não era avaliado o tempo em que a máquina estava parada com planeamento prévio. Havia o registo de paragens programadas (7E) mas não era considerado como problema não aparecendo na fase de análise.

Com as tabelas apresentadas verifica-se que, primeiramente em relação ao indicador OEE, este cobre quase todos os desperdícios de um sistema produtivo à exceção da Superprodução mas que só inclui as questões operacionais no que toca a todas as perdas associadas à produção.

Este indicador torna-se fundamental para perceber o funcionamento de um equipamento e as suas limitações, identificando todas as perdas relacionadas com o equipamento em si. Mas aprofundando a questão de determinação de problemas é com facilidade que se conclui que há muitos outros fatores que podem influenciar a operacionalidade de uma máquina que podem ficar por identificar. Problemas como falta de stock, de planeamento de produção, de falta de matéria-prima por parte dos fornecedores pode ter um forte impacto no uso dos recursos de produção, fazendo com que o seu uso não seja feito de maneira eficiente.

Enquanto que a metodologia usada no caso de estudo 1 acompanhava a definição mais genérica do indicador OEE e era útil para a determinação de fontes de desperdício operacionais, a metodologia usada durante o caso 2 permitiu uma maior abrangência sobre a determinação de problemas. A nova metodologia permitiu incluir uma série de problemas identificados por códigos que pelo registo se tornava mais detalhado. Ao mesmo tempo acabava por não transmitir muitos dos erros que foram encontrados no primeiro caso de estudo.

O trabalho feito durante a fase inicial do projeto permitiu orientar a metodologia da fase final usada durante o caso de estudo 2 e esta permitiu uma análise de problemas mais minuciosa mas que ainda assim não detetava quase nenhum dos problemas externos ao sistema produtivo.

A partir desta fase começou-se a verificar problemas que antes não eram identificados e tratados. Por exemplo, a codificação de paragens por falta de componente e o seu detalhe permitiu identificar problemas de planeamento. Como visto na metodologia do caso de estudo 2, o diagrama de Ishikawa permitiu ir mais além na determinação de causas o que fez com que desse origem a ações que resolvem-se problemas para além da operacionalidade. Um exemplo foi o problema detetado como o da falta de componente de fabricação de peças numa primeira fase (Conformação e Estampagem) que implicou problemas na mini-fábrica Diversos. Isto fez com que uma das causas apuradas fosse a maneira como se planeava a produção e começou a haver uma maior preocupação com o planeamento. Criaram-se reuniões diárias entre os responsáveis de planeamento e do setor em questão e a envolvimento dos operadores de maneira a seguirem a regra de sequência de produção.

Apesar de algumas evoluções, o uso do indicador OEE carece de um acompanhamento muito detalhado de acordo com cada setor e a possibilidade do uso de outros indicadores alternativos. O uso do método A3 com o auxílio do diagrama de Ishikawa mostrou ser uma ferramenta bastante útil em ir mais além dos motivos operacionais. Este método poderia ser usado também no uso de outro indicador de eficiência alternativo.

## 4 Conclusão

Com este projeto pretendia-se avaliar a utilidade do uso de um indicador de eficiência global de equipamentos para a gestão de melhorias em processos fabris. Neste trabalho os objetivos não passavam pela melhoria das componentes do indicador OEE mas sim em avaliar uso do indicador para obter melhorias na fabricação.

As duas metodologias utilizadas no presente trabalho permitiram ter diferentes perspectivas sobre o uso do indicador de eficiência operacional. Conseguiu-se perceber que os valores apenas eram usados para avaliar os principais problemas. Na fase inicial o valor do indicador conciliado com os valores das suas componentes permitiam estudar os valores mais baixos e que mais influenciavam o próprio indicador. Nesta fase conclui-se que o valor do indicador, por vezes, não refletia a realidade. Um dos principais problemas que eram os tempos de ciclo teóricos errados faziam com que este indicador tivesse um valor dentro do desejado mas que desdobrado pelas componentes se verificava que em nada eram pretendidos. No entanto a implementação do indicador foi um ação crucial para a compreensão das metodologias de trabalho da fábrica e a descoberta de erros importantes não antes notados. Na implementação não haviam metodologias criteriosas para a resolução de problemas detetados. Tornou-se ineficiente o uso de um plano de ações sem regras de sequência e sem a devida discussão dos diversos problemas. Nesta fase os problemas eram muitos e tornava-se necessário a utilização de métodos para a sua eliminação pois não era possível tentar resolvê-los todos ao mesmo tempo criando apenas ações. Era necessário desdobrar cada problema e determinar todas as causas possíveis do mesmo.

Na segunda fase de uso do indicador OEE, apesar de não se analisar o valor em si, a análise de problemas tornou-se mais organizada e direcionada. O uso de ferramentas auxiliares permitiram um melhor acompanhamento do problema e focaram-se apenas sobre a eliminação de um único problema. Esta fase foi bastante importante para se perceber que a eliminação de um problema era mais complexo do que o que se pensava e que mesmo centrando-se apenas nele e nas suas causas não tornava a melhoria do processo um meta mais facilitada. Aqui outros problemas ficariam escondidos como a questão dos tempos de ciclo.

O uso das duas metodologias permitiu chegar a várias conclusões durante a elaboração do estágio e a elaboração do presente relatório. As dificuldades encontradas foram bastantes o que ajudou a analisar o projeto de maneira crítica. Ao encontrar problemas, a visão sobre a realidade acaba por ser mais criteriosa e com o ganho de uma maior aprendizagem. Se o uso do indicador não encontra-se todas estas dificuldades, a sua análise seria pouco interessante e centraria-se apenas na sua evolução. Assim foi possível chegar a diferentes conclusões sobre o uso de um indicador deste tipo.

Uma das conclusões a que se chegou é que, antes de qualquer implementação de um indicador, se deve fazer um estudo sobre os processos e métodos de trabalho da fabricação a implementar. É necessário perceber-se todos os processos e a maneira como estes são realizados. Se isto não acontecer o indicador não vai servir de apoio à melhoria durante um alargado período dos processos em questão.

Outra conclusão foi que o uso de um indicador de eficiência operacional carece do acompanhamento de outras ferramentas de análise para a eliminação de problemas. A mudança de metodologia permitiu perceber-se que o uso exclusivo do indicador não eliminava qualquer tipo de problema. O indicador OEE necessita de um acompanhamento permanente com os colaboradores diretamente ligados aos problemas verificados.

Antes da implementação de uma nova metodologia numa organização é imprescindível perder algumas horas em formações, tanto para os responsáveis e animadores do projeto como para as pessoas que fornecem os dados: operadores. Se isto não acontecer, o tempo que demorará a aprendizagem dos envolvidos será bastante maior do que as gastas numa formação. A formação também serve para que as pessoas tenham uma aceitação menos dificultada ao controlo do seu trabalho.

A implementação de um indicador para poder refletir a produção tem que ter em consideração o seu objetivo. Uma organização que pretenda implementar um indicador de produtividade seja de que tipo for tem que fazer um estudo prévio sobre os seus principais objetivos e definir o que pretende refletir com os valores que o indicador vai fornecer. Isto dependerá muito do que a organização pretenda medir. Para isto é necessário avaliar o que tem mais peso dentro de cada indústria e fazer uma análise sobre os principais problemas da produção.

É necessário perceber-se se os principais problemas são a nível de equipamentos, de falta de material ou pessoas ou até falta de procura para que se possa escolher o indicador a usar na gestão da melhoria contínua. A segunda metodologia implementada poderá ser uma forma de perceber quais os principais problemas e depois poder adaptar o indicador que mais se adequa aos processos em questão, assim como à organização.

Em suma, para uma boa gestão de melhoria contínua, não basta querer-se implementar formas de medir produção. A produção tem que ser estudada em todas as suas vertentes e em todas as suas etapas. Torna-se necessário um envolvimento de diferentes departamentos e um conhecimento aprofundado sobre os objetivos e estratégia da Empresa. Só assim a implementação de um indicador de eficiência operacional vai ser eficaz e a melhoria em processos fabris vai ser realmente notada.



## 5 Referências Bibliográficas

Andersson, J. "Efficiency manager development of an OEE measurement system", *Department of Systems, Control and Mechatronics CHALMERS UNIVERSITY OF TECHNOLOGY Gothenburg, Sweden*, 2010

Bamber, C. J. et al. "Cross-functional team working for overall equipment effectiveness (OEE)." *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, v.9, n.3, p. 223-238, 2003

Bohoris, G. A. et al. TPM "Implementation in Land-Rover with the assistance of a CMMS." *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, v.1, n.4, p.3-16, 1995

Braglia, M.; Frosolini, M.; Zammori, F. "Overall Equipment effectiveness of a manufacturing line (OEEML) - an integrated approach to assess systems performance." *Journal of Manufacturing Technology Management*, v.20, n.1, p.8-29 2009

Busso, C. M., & Miyake, D. I. "Análise da aplicação de indicadores alternativos ao Overall Equipment Effectiveness (OEE) na gestão do desempenho global de uma fábrica". *Produção* v. 23, n. 2, p. 205-22. 2012

Chan F., Laub H., Ip R., Chan H., Kong S. "Implementation of total productive maintenance: A case of study." *International Journal of Production Economics* n.95, p.71-94, 2005

Chand, G.; Shirvani, B. "Implementation in Land-Rover with the assistance of a CMMS." *Journal of Material Processing Technology*, v.103, n.1, p.149-154, 2000

Dal, B., Tugwell, P., Greatbanks, R. "Overall equipment effectiveness as a measure of operational improvement: a practical analysis." *International Journal of Operations and Production Management*, v.20, n.12, p.1488-1502, 2000

Davis, M.M. et al. "Fundamentos da Administração da Produção." *Porto Alegre. Bookman*, 2001

Dennis; P. "Fazendo acontecer a coisa certa." *São Paulo: Lean Institute Brasil*, 2007

Fleischer, J.; Weismann, U.; Niggeschmidt, S. "Calculation and optimisation model for costs and effects of availability relevant servise elements." *CIRP Internacional conference on life cycle engineering*, p.675-680, 2006

Hansen, R. C. "Eficiência global de equipamentos: uma poderosa ferramenta de produção/manutenção para aumento dos lucros." *Porto Alegre, Bookman*, 2006

- Jeong, K. I.; Phillips, D. T. "Operational efficiency and effectiveness measurement". *International Journal of Operations and Production Management*, v.21, n.11, p.1404-1416, 2001
- Jonsson, P.; Lesshammar, M. "Evaluation and improvement of manufacturing performance measurement systems- the role of OEE." *Internacional Journal ou Operations and Production Management*, v.19, n.1, p.55-78, 1999
- Lean Enterprise Institute, "Lean Lexicon: a graphical glossary for Lean Thinkers", 4th edition, 2008
- Ljungberg, O. "Measurement of overall equipment effectiveness asa basis for TPM activities." *Internacional Journal of Operations and Production Management*, v.18, n.5, p. 495-507, 1998
- Maran, M., Manikandan, G., Thiagarajan, K., "Overall equipment effectiveness measurement: Weighted approach method and fuzzy expert system.", *Lecture Notes in Electrical Engineering*, v.186, p.231-245, 2013
- Miguel, P. A. C. "Qualidade: enfoques e ferramentas." *São Paulo: Artliber*, 1ª edição, 2006
- Muchiri, P.; Pintelon, L. "Performance measurement using overall equipment effectiveness (OEE): literature review and practical application discussion." *International Journal of Production Reasearch*, v.46, n.13, p. 3517-3535, 2008
- Nakajima, S. "Introduction to Total Productive Maintenance- TPM". *Cambridge: Productivity Press*, 1988
- Nakajima, S. "TPM development Program: Implementing Total Productive Maintenance, Productivity Press". *Portland*. 1989
- Ohno, T. "Sistema Toyota de Produção, Além da Produção em larga escala," *Porto Alegre*, 1997
- Puvanasvaran, P., Teoh, Y. S., & Tay, C. C. "Consideration of demand rate in Overall Equipment Effectiveness (OEE) on equipment with constant process time." *Journal of Industrial Engineering and Management*, v. 6, n.2, p. 507-524, 2013
- Raouf, A. "Improving capital productivity throught maintenance." *International Journal of Operations and Production Management*, v.14, n.7, p.190-196, 1994
- Ron, A. J.; Rooda, J. E. "Equipment effectiveness: OEE revisited." *IEEE Transaction on Semiconductor Manufacturing*, v.18, n.1, p. 190-196, 2005
- Shook, J. "Toyota's Secret: The A3 Report." *MIT Sloan Manegement Review*, v.50, n.4, 2009

Silva, J. "OEE- Forma de medir a eficácia dos equipamentos", 2009

Soobek II, D. K.; Smalley, A. "Entendendo o pensamento A3 Toyota." *Porto Alegre*, 2010

Wireman, T. "Total Productive Maintenance". *2nd edition*, 2004